

Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

# O Uso do Pensamento Computacional como Estratégia para Resolução de Problemas Matemáticos

Palloma Alencar Alves Mestre

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande -  
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau  
de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação  
Linha de Pesquisa: Pensamento Computacional

Prof<sup>a</sup> Dra. Livia Maria Rodrigues Sampaio Campos  
Prof. Dr. Wilkerson de Lucena Andrade  
(Orientadores)

Campina Grande, Paraíba, Brasil  
©Palloma Alencar Alves Mestre, 08/03/2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG**

M586u      Mestre, Palloma Alencar Alves.  
O uso do pensamento computacional como estratégia para resolução de problemas matemáticos / Palloma Alencar Alves Mestre. – Campina Grande, 2017.  
91 f. il.: color.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2017.  
"Orientação: Profa. Dra. Livia Maria Rodrigues Sampaio Campos, Prof. Dr. Wilkerson de Lucena Andrade".  
Referências.

1. Pensamento Computacional. 2. Resolução de Problemas - Matemática - Engenharia. 3. Ensino de Matemática. 4. Habilidade Computacional - Resolução de Problemas. I. Campos, Livia Maria Rodrigues Sampaio. II. Andrade, Wilkerson de Lucena. III. Título.

CDU 004.42(043)

## Resumo

O Pensamento Computacional (PC) compreende um conjunto de habilidades computacionais para resolução de problemas das diversas áreas do conhecimento, combinando o pensamento matemático e de engenharia. Estas habilidades são fundamentais para todos, não apenas para cientistas da computação. Assim, estratégias para adoção do PC na educação básica têm sido amplamente estudadas nos últimos anos. Alguns trabalhos sugerem que o seu uso associado a disciplinas, como a matemática, desde os primeiros anos da educação básica, pode melhorar as habilidades dos alunos na resolução de problemas e contribuir para o desenvolvimento do raciocínio matemático, sistemático e algorítmico. No entanto, existem poucas evidências de como o PC está relacionado com esta disciplina. Nosso objetivo é propor estratégias para resolução de problemas matemáticos por meio de um Mapeamento entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e os Conceitos do PC. Além disso, desenvolvemos um banco de questões de matemática associadas ao PC com intuito de disseminar as estratégias elaboradas. Os resultados das nossas investigações indicam que o PC pode ser facilmente integrado ao ensino de Matemática e que os nove conceitos de PC avaliados estão relacionados com as Capacidades Fundamentais da Matemática, sendo os conceitos de Análise de Dados, Abstração, Decomposição de Problemas e Algoritmos e Procedimentos os mais relevantes para esta disciplina.

**Palavras-Chave:** Pensamento Computacional, Resolução de Problemas, Ensino de Matemática.

## **Abstract**

Computational Thinking (PC) comprises a set of computational abilities to solve problems of the various areas of knowledge, combining mathematical and engineering thinking. These skills are fundamental to everyone, not just to computer scientists. Thus, strategies for PC adoption in basic education have been extensively studied in recent years. Some papers suggest that its use associated with disciplines, such as mathematics, from the earliest years of basic education, can improve students' problem-solving skills and contribute to the development of mathematical, systematic, and algorithmic reasoning. However, there is little evidence of how the PC is related to mathematics. Our objective is to propose strategies for solving mathematical problems through a Mapping between the Fundamental Capabilities of Mathematics and the Concepts of the PC. In addition, we developed a database of mathematical questions associated with the PC in order to disseminate the strategies developed. The results of our investigations indicate that the PC can be easily integrated into the teaching of Mathematics and that the nine concepts of PC evaluated are related to the Fundamental Capabilities of Mathematics, being the concepts of Data Analysis, Abstraction, Problem Decomposition and Algorithms and Procedures that are most relevant to this discipline.

**Keywords:** Computational Thinking, Problem Solving, Mathematics Teaching

## **Agradecimentos**

Primeiramente, quero agradecer a Deus por sua infinita misericórdia e ser o socorro bem presente nos momentos de tribulação. Agradeço ao Senhor por estar sempre ao meu lado e ter me dado a oportunidade de realizar esse mestrado. Abaixo, meus agradecimentos:

- a minha família por sempre me apoiar e incentivar, especialmente meus pais que lutaram tanto para que eu tivesse uma educação digna;
- a Demetrio, meu marido, pelos ensinamentos, auxílio, conselhos e por ter ficado ao meu lado e me apoiado em mais essa etapa da minha vida;
- aos meus orientadores professora Livia Maria Sampaio e professor Wilkerson de Lucena Andrade pela preocupação com minha formação e por seus ensinamentos;
- a Universidade Estadual da Paraíba por todo incentivo e apoio;
- aos professores e funcionários da COPIN;
- a Universidade Federal de Campina Grande.

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação . . . . .	2
1.2	Justificativa . . . . .	3
1.3	Problemática/Objetivos . . . . .	4
1.4	Contribuições . . . . .	6
1.5	Estrutura da Dissertação . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>8</b>
2.1	Pensamento Computacional . . . . .	8
2.1.1	Pensamento Computacional na Educação Informal . . . . .	10
2.1.2	Pensamento Computacional na Educação Formal . . . . .	11
2.2	A matemática e a Resolução de Problemas . . . . .	12
2.3	Considerações Finais . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Trabalhos Relacionados</b>	<b>16</b>
3.1	Pensamento Computacional e a Matemática . . . . .	18
3.1.1	Pensamento Computacional e a Utilização de Ferramentas Computacionais em Atividades Matemáticas . . . . .	19
3.1.2	Pensamento Computacional e a Utilização dos Conceitos Computacionais em Atividades Matemáticas . . . . .	20
3.2	Considerações Finais . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Mapeamento entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e o Pensamento Computacional</b>	<b>24</b>
4.1	Visão Geral do Mapeamento . . . . .	25

4.1.1	Coleta de Dados . . . . .	25
4.1.2	Análise de Dados . . . . .	28
4.1.3	Representação de Dados . . . . .	32
4.1.4	Decomposição de Problemas . . . . .	34
4.1.5	Abstração . . . . .	37
4.1.6	Algoritmos e Procedimentos . . . . .	39
4.1.7	Automação . . . . .	41
4.1.8	Paralelização . . . . .	43
4.1.9	Simulação . . . . .	46
4.2	Avaliação do Mapeamento . . . . .	49
4.2.1	Resultados: Graduados, Mestres e Doutores . . . . .	50
4.2.2	Discussão . . . . .	59
4.3	Considerações Finais . . . . .	62
<b>5</b>	<b>Banco de Questões de Matemática Associadas ao Pensamento Computacional</b>	<b>64</b>
5.1	Plataforma Contribua . . . . .	65
5.2	Classificação dos Problemas de Matemática . . . . .	67
5.2.1	Perfil dos Voluntários . . . . .	67
5.2.2	Resultados Obtidos . . . . .	68
5.3	Aplicação com Problemas de Matemática alinhados ao Pensamento Computacional . . . . .	71
5.3.1	Casos de Uso e Funcionalidades . . . . .	71
5.3.2	Projeto Arquitetural . . . . .	73
5.4	Considerações Finais . . . . .	74
<b>6</b>	<b>Conclusões e Trabalhos Futuros</b>	<b>76</b>
6.1	Limitações . . . . .	77
6.2	Trabalhos Futuros . . . . .	78
<b>A</b>	<b>Questionário de Avaliação da Relacionamento entre o Pensamento Computacional e a Matemática</b>	<b>86</b>
A.1	Definição das Capacidades Fundamentais da Matemática . . . . .	86

---

A.2	Avaliação da Relação entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e o Pensamento Computacional . . . . .	87
A.3	Coleta do Perfil dos Avaliadores . . . . .	91



# Lista de Símbolos

AMSTI - *Iniciativa Alabama Matemática, Ciências e Tecnologia*

CSTA - *Computer Science Teachers Association*

CSV - *Comma Separated Values*

HTML - *HyperText Markup Language*

ISTE - *International Society for Technology in Education*

JSON - *JavaScript Object Notation*

LSD - *Laboratório de Sistemas Distribuídos*

OCDE - *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico*

PC - *Pensamento Computacional*

PCN - *Parâmetros Curriculares Nacionais*

PISA - *Programa Internacional de Avaliação de Estudantes*

TI - *Tecnologias da Informação*

# Lista de Figuras

2.1	Relação entre processos matemáticos e capacidades matemáticas fundamentais. . . . .	14
4.1	Questão - Conceito do Pensamento Computacional Coleta de Dados. . . . .	26
4.2	Questão - Conceito do Pensamento Computacional Análise de Dados. . . . .	29
4.3	Setores da Porta Giratória. . . . .	30
4.4	Questão - Conceito do Pensamento Computacional Representação de Dados. . . . .	33
4.5	Resolução da Questão de Representação de Dados - 2º Etapa . . . . .	33
4.6	Resolução da Questão Representação de Dados - Final. . . . .	34
4.7	Questão - Conceito do Pensamento Computacional Decomposição de Problemas. . . . .	35
4.8	Questão - Conceito do Pensamento Computacional Abstração. . . . .	38
4.9	Questão - Conceito do Pensamento Computacional Algoritmo & Procedimentos. . . . .	40
4.10	Questão - Conceito do Pensamento Computacional Automação. . . . .	42
4.11	Questão - Conceito do Pensamento Computacional Paralelização. . . . .	45
4.12	Resolução da Questão Paralelização - Parcial. . . . .	46
4.13	Resolução da Questão Paralelização - Parcial. . . . .	47
4.14	Resolução da Questão Paralelização - Final. . . . .	47
4.15	Questão - Conceito do Pensamento Computacional Simulação. . . . .	48
4.16	Relação dos Conceitos Decomposição de Problemas, Abstração e Algoritmos e Procedimentos com as Capacidades Matemáticas. . . . .	60
4.17	Relação dos Conceitos Coleta e Representação de Dados com as Capacidades Matemáticas. . . . .	61

---

4.18	Relação dos Conceitos Automação, Paralelização e Simulação com as Capacidades Matemáticas. . . . .	62
4.19	Relação do Conceito Análise de Dados. . . . .	63
5.1	Tarefa Contribua - Problema de Matemática e Pensamento Computacional .	66
5.2	Diagrama de Casos de Uso . . . . .	71
5.3	Cadastros dos Problemas Matemáticos e Conceitos do PC . . . . .	72
5.4	Consulta - Problemas Matemáticos . . . . .	73
5.5	Exportar questões classificadas . . . . .	73
5.6	Projeto Arquitetural . . . . .	74
A.1	Questionário - Etapa de Definição das Capacidades Fundamentais da Matemática . . . . .	87
A.2	Questionário - Etapa de Coleta do Perfil dos Avaliadores . . . . .	91

# Lista de Tabelas

4.1	Versão 1 . . . . .	27
4.2	Versão 2 . . . . .	28
4.3	Conceitos do PC - Coleta de Dados . . . . .	51
4.4	Conceito do PC - Análise de Dados . . . . .	52
4.5	Conceito do PC - Representação de Dados . . . . .	53
4.6	Conceito do PC - Decomposição de Problemas . . . . .	54
4.7	Conceito do PC - Abstração . . . . .	55
4.8	Conceito do PC - Algoritmos e Procedimentos . . . . .	56
4.9	Conceito do PC - Automação . . . . .	57
4.10	Conceito do PC - Paralelização . . . . .	58
4.11	Conceito do PC - Simulação . . . . .	59
5.1	Resultado da Classificação dos Problemas de Matemática na Plataforma Contribua . . . . .	69
5.2	Resultado da Classificação dos Problemas de Matemática na Plataforma Contribua Distribuído pela Titulação dos Profissionais . . . . .	70

# Capítulo 1

## Introdução

O Pensamento Computacional (PC) contribui para resolução de problemas nos diversos contextos da sociedade, permitindo que os indivíduos possam aplicar a computação em suas ações cotidianas [24].

De acordo com Wing [52], o PC envolve a resolução de problemas, concepção de sistemas e a compreensão do comportamento humano, por meio dos conceitos fundamentais da computação. Além disso, inclui uma gama de ferramentas mentais que refletem a amplitude do campo da ciência da computação

Na prática, esses conceitos podem ser aplicados transversalmente ao conteúdo de disciplinas, tanto da educação básica (e.g. Matemática, Ciências, Artes, etc.) como da educação superior (e.g. Psicologia Educacional) por meio de técnicas de resolução de problemas [53].

Estudos apontam os benefícios da utilização do PC na melhoria das habilidades em resolução de problemas [11; 49; 52]. No entanto, percebe-se que ainda não existe um consenso de como se deve introduzir o PC na educação. Resnick [44] ressalta que a utilização de ferramentas de programação visual e de encaixe (e.g. Scratch) auxiliam no processo criativo e sugere a adoção do PC, através do ensino de programação, na educação básica em disciplinas complementares. Já Barr e Stephenson [4] propõem a aplicação do PC associado a disciplinas regulares (e.g., Matemática, Ciências, Estudos Sociais, etc.) envolvendo suas definições nos vários tipos de raciocínio (e.g. física quântica, biologia avançada, sistemas computacionais). Outra proposta é o ensino dos conceitos e princípios do PC por meio de atividades lúdicas denominadas de computação desplugada ou seja, um método de ensino que usa conceitos da Ciência da Computação de forma construtivista, onde os alunos resolvem

problemas sem utilizar um computador [12].

Vários países adotaram estratégias para inserção do PC na educação básica, entre eles estão Estados Unidos, Reino Unido, Israel, Alemanha, Holanda, Noruega, Nova Zelândia e Dinamarca [8]. As definições que norteiam estas estratégias são similares, mas adaptações no conteúdo didático, métodos pedagógicos, atividades desenvolvidas e ferramentas utilizadas são necessárias para viabilizar a sua efetiva implantação, seja por meio do ensino de técnicas de programação ou dos princípios computacionais associados às disciplinas da educação básica.

No contexto americano, Barr e Stephenson [4] sugerem alterações sistêmicas na educação básica (K-12), envolvendo mudanças nas políticas, visões e linguagens educacionais de forma a obter um consenso acerca de como aplicar o PC na educação. Além disso, disponibiliza, para os administradores educacionais e professores, materiais que os inspiram na utilização do PC nas suas práticas educacionais.

Mesmo com os avanços significativos na definição e aplicação do PC na educação básica, percebe-se que esta tarefa ainda é complexa. Frequentemente, nos deparamos com definições inconsistentes e falta de propostas claras e objetivas para sua efetiva aplicação em sala de aula. Além disso, as abordagens de PC propostas na literatura estão diretamente relacionadas ao contexto ao qual foram concebidas (e.g. Estados Unidos, Reino Unido, Dinamarca, entre outros países). Portanto, para aplicar o PC no Brasil é necessário a criação de abordagens que considerem as particularidades da educação brasileira, através de uma metodologia que envolva os conceitos já definidos na literatura com os conteúdos ministrados nas disciplinas do currículo brasileiro.

## 1.1 Motivação

É fato que, com o advento das Tecnologias da Informação (TI) que estão presentes em todas as áreas, os jovens estão iniciando o seu uso cada dia mais cedo e, com isso, o pensar computacional se torna imprescindível. No entanto, o ensino de computação na educação básica ainda é negligenciado. Os alunos veem os conceitos computacionais como algo complicado e tedioso e não relevante para sua área de estudo ou interesse [55]. Além disso, estes alunos têm dificuldade com conceitos que envolvem o raciocínio matemático, tais como abstração

e generalização [28], fator que contribui para a escassez de profissionais capacitados para as demandas do mercado de trabalho. Outro fator relacionado ao baixo desempenho dos alunos da educação básica na disciplina de matemática é o declínio de matrículas em cursos como a Ciência da Computação, ocasionando assim um déficit de profissionais em áreas da TI [13].

É importante ressaltar que o PC contribui para aperfeiçoamento das habilidades em resolução de problemas nas diversas áreas do conhecimento. Entretanto, os alunos têm dificuldade para entender que o objetivo do PC não é fazê-los pensar como um cientista da computação, mas como um economista, físico ou artista que tem capacidade de resolver os problemas da sua área [27].

Para superar estas deficiências, a comunidade científica tem estudado acerca da aplicação dos conceitos de PC na educação básica, propondo abordagens que envolvem mudanças nas práticas educacionais, por meio da capacitação de professores [21; 53; 55] e adequações dos currículos das disciplinas da educação formal [4; 22] ou seja, o ensino ofertado nas escolas que possui níveis, graus, programas e atendem a um currículo [23]. Além disso, encontramos na literatura trabalhos que abordam o ensino de programação no contexto da educação informal ou seja, a educação gerada extraclasse, que não segue horário fixo e nem currículo [23]. No entanto, observamos poucos relatos acerca da aplicação do PC associado ao conteúdo de disciplinas da educação formal brasileira.

Assim, tendo em vista a necessidade de melhorar o desempenho dos alunos da educação básica, principalmente em áreas como a matemática, oferecendo mecanismos que possam contribuir para o aprimoramento das suas técnicas de resolução de problemas, fica evidente a existência de demanda por estudos que relacionem o PC ao conteúdo de disciplinas da educação formal, como a matemática.

## 1.2 Justificativa

Como já mencionado, o PC está associado à habilidade de coletar e analisar dados utilizando ferramentas e/ou técnicas para resolver problemas obtendo resultados significantes. Abordagens para aplicação de PC na educação são apresentadas por meio de definições e oferta de materiais didáticos-pedagógicos.

No entanto, estas abordagens ainda são difíceis de serem implantadas nas salas de aula.

Um exemplo destas dificuldades está descrito no trabalho de Souza et.al. [18], em que os autores ilustram as barreiras encontradas para aplicação do PC, em escolas brasileiras, através de um projeto de jogos americano. Os maiores obstáculos encontrados foram as diversidades culturais, pedagógicas, socioeconômicas e a formação insuficiente dos professores brasileiros na área de PC.

Para minimizar este problema, pesquisas estão sendo realizadas no intuito de promover a inserção do PC na educação básica brasileira por meio da adoção de estratégias para melhorar o desempenho dos alunos em disciplinas como a matemática. Assim, esperamos colaborar para o desenvolvimento do raciocínio lógico, sistemático e algorítmico e com isso auxiliarmos na capacitação da nova geração de alunos a fim de atendermos a demanda do mercado de trabalho.

### 1.3 Problemática/Objetivos

Apesar das demandas existentes por metodologias de PC associadas aos conteúdos das diversas disciplinas do currículo brasileiro, este trabalho pretende contribuir para aplicação do PC na disciplina de matemática da educação básica, analisando a relação conceitual entre o PC e a matemática enfatizando a associação do PC às habilidades de resolução de problemas de matemática do ensino fundamental e como isso pode ser desenvolvido efetivamente em sala de aula.

Assim, o objetivo desta dissertação é contribuir para a adoção do PC no contexto da matemática do ensino fundamental por meio da proposta de um conjunto de estratégias para resolução de questões de matemática utilizando o PC. Além disso, difundir estas estratégias nas escolas disponibilizando um banco de questões de matemática associadas ao PC. Visando alcançar estes objetivos, este trabalho pretende responder à seguinte questão de pesquisa:

- P1: Como podemos relacionar de maneira conceitual e prática as Capacidades Fundamentais da Matemática com as habilidades do Pensamento Computacional?

Para tanto, as estratégias de resolução de problemas foram elaboradas por meio de um mapeamento entre as Competências Fundamentais da Matemática definidas no nível de letramento do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) e os Conceitos e



Capacidades do PC proposto pelo CSTA e ISTE [10]. No tocante ao banco de questões, a abordagem apresentada nesta dissertação foi modelada e implementada em duas etapas. Inicialmente foi realizada uma atividade colaborativa onde as questões de matemática foram classificadas quanto a sua relação ao PC. Esta etapa foi implementada na plataforma Contribua, ou seja, uma plataforma de ciência cidadã que visa apoiar a execução de pesquisas científicas unindo cientistas e voluntários na colaboração de seus projetos. Na segunda etapa, o banco de questões foi modelado e implementado com a finalidade de disponibilizar aos professores e alunos questões de matemática que sejam aderentes aos conceitos de PC de forma que estas questões possam ser utilizadas nas práticas em sala de aula.

Os objetivos específicos são:

- **Elaboração do Mapeamento entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e os Conceitos e Capacidades do PC.** O mapeamento foi construído considerando as capacidades matemáticas definidas no nível de letramento do PISA e a definição operacional de PC apresentada pelo CSTA e ISTE [10]. As capacidades da matemática e a definição operacional do CSTA e ISTE serão descritas no Capítulo 2 e 3 respectivamente.
- **Avaliação do Mapeamento entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e os Conceitos e Capacidades do PC.** A validação do mapeamento foi realizada por meio do julgamento de especialistas em Ciência da Computação que avaliaram o nível de adequação dos conceitos de PC e as capacidades da matemática.
- **Definição das tarefas nas Plataforma Contribua para classificação das questões de matemática.** Cada questão de matemática foi especificada como uma tarefa na Plataforma Contribua. Além da questão de matemática, a tarefa contém o conjunto de Conceitos e Capacidades do PC ao qual está relacionada.
- **Avaliações das questões de matemática classificadas.** Para cada tarefa do Contribua foi atribuída classificações de 10 voluntários. Estas classificações foram catalogadas e analisadas estatisticamente com o intuito de verificar homoscedasticidade das respostas.

- **Implementação do banco de questões de matemática.** Foi desenvolvida uma aplicação Web visando difundir as questões de matemática que estão relacionadas ao PC.

## 1.4 Contribuições

Assim, para colaborar com a implantação de PC na educação básica, na disciplina de matemática, visando superar alguns dos desafios apresentados, temos as seguintes contribuições:

- Realizamos um **Estudo Preliminar para Avaliar a Relação entre os Conceitos e Capacidades do PC e Questões de Matemática**. Neste estudo foi analisado um conjunto de 161 questões do PISA com objetivo de quantificar a relação destas questões com o PC. Os resultados deste estudo nortearam o desenvolvimento da pesquisa apresentada nesta dissertação [31].
- Propomos um **Mapeamento das Capacidades Fundamentais da Matemática e o Pensamento Computacional**, material instrucional composto de estratégias para resolução de questões de matemática utilizando os Conceitos e Capacidades do PC. Esse documento foi elaborado dirigido a exemplos com o intuito de ampliar a compreensão dos professores e alunos acerca de como o PC pode ser utilizado na resolução de problemas de matemática. Além disso, auxiliar os professores de matemática na criação de suas atividades escolares, tais como exercícios de fixação e avaliações. Desta forma, esperamos colaborar para a adoção do PC na educação básica brasileira contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio matemático e assim, preparando os alunos brasileiros para atenderem às demandas do mercado de trabalho.
- Visando auxiliar na disseminação das estratégias propostas no mapeamento, disponibilizando para os professores de matemática um conjunto de questões interessantes para o ensino e treinamento dos seus alunos na resolução de problemas de matemática, desenvolvemos um **Banco de Questões de Matemática** contendo questões que estão relacionadas ao PC. As questões apresentadas no banco de questões foram extraídas de um projeto implementado na plataforma colaborativa Contribua.

As contribuições apresentadas neste trabalho podem ser aplicadas a qualquer grupo de questões de matemática da educação básica brasileira.

## 1.5 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está dividida da seguinte forma:

1. **Capítulo 2 - Fundamentação Teórica:** apresenta os tópicos necessários para promover o embasamento teórico para entendimento desta dissertação. Neste capítulo está descrito um panorama acerca do Pensamento Computacional e sua aplicação na educação. Além disso, apresentamos, brevemente, a contribuição da resolução de problemas para o desenvolvimento da matemática.
2. **Capítulo 3 - Trabalhos Relacionados:** descreve, comenta e compara os trabalhos relacionados ao trabalho proposto. Em linhas gerais, são abordados trabalhos que discutem o papel do Pensamento Computacional na educação e mais especificamente na Matemática.
3. **Capítulo 4 - Mapeamento entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e o Pensamento Computacional:** aborda o mapeamento proposto, assim como, seu processo de validação.
4. **Capítulo 5 - Banco de Questões de Matemática:** apresenta a ferramenta para classificação das questões de matemática.
5. **Capítulo 6 - Conclusões e Trabalhos Futuros:** apresenta as conclusões inerentes a esta pesquisa suas limitações e os trabalhos futuros.

## Capítulo 2

# Fundamentação Teórica

Neste capítulo estão presentes os tópicos necessários para o entendimento desta dissertação. A pesquisa descrita neste documento está inserida no contexto do Pensamento Computacional (PC) associado à disciplina de matemática da educação básica. Portanto, faz-se necessária uma descrição sobre o PC, abordando seus conceitos e capacidades e como o PC pode contribuir para melhorar a resolução de problemas de matemática.

Os tópicos necessários, para o aprofundamento no contexto deste trabalho, estão organizados neste capítulo em três seções. Na Seção 2.1 serão apresentadas as definições do PC e sua aplicação na educação. A Seção 2.2 apresentará a relação entre a matemática e a resolução de problemas.

### 2.1 Pensamento Computacional

Uma definição amplamente difundida na literatura e que está em conformidade com a pesquisa apresentada nesta dissertação, defende que o PC atua no processo de formulação e solução de problemas que são representados de uma forma que pode ser realizado por um agente de processamento da informação, onde o computador e a computação agem como instrumentos facilitadores desse processo [29; 52].

A proposta não é que os indivíduos pensem como um computador, mas que entendam os problemas considerando um ponto de vista computacional, explorando os seus aspectos, avaliando a sua complexidade e encontrando soluções otimizadas utilizando os recursos disponíveis [25]. Portanto, o PC envolve um conjunto de habilidades, como a capacidade

intelectual e de raciocínio, que um profissional precisa dominar para aplicar os conceitos computacionais em sua área [27; 39; 54]. Além disso, o PC envolve a habilidade de resolução de problemas algorítmicos, pensamento lógico e a capacidade de usar várias formas de abstração [11]. É importante ressaltar, que a definição de PC consiste na ampliação do conceito de pensamento algorítmico (i.e., uma orientação mental para resolução de problemas como a conversão de entradas em saídas e a procura de algoritmos para realizar estas conversões), proposto na década de 50 e 60 [19].

Em relação à importância conceitual e educacional do PC, esta se distingue da Ciência da Computação. O PC busca abordagens algorítmicas para domínios de problemas, utilizando níveis de abstração, diferentes formas de representações, decomposição e modularizações. Enquanto que, a Ciência da Computação estuda os computadores e processos algorítmicos incluindo os seus princípios, a sua concepção de hardware e software, a sua aplicação, e seus impactos na sociedade [4]. Os conceitos e capacidades relacionados ao PC não envolvem apenas pensamentos da Ciência da Computação, estes são compartilhados com várias disciplinas como a engenharia e a matemática.

Considerando a aplicação do PC, Yadav [54] afirma que o pensar computacional é essencial em todas as disciplinas. Por meio dos métodos computacionais, áreas como Biologia e Ciências podem analisar grandes volumes de dados, fato que era impossível antes da computação [26].

Vários esforços estão sendo empregados para propor uma abordagem viável de inserção do PC na educação. Alguns autores [4; 8; 11; 17; 44; 53] propõem a aplicação do PC no início da formação do aluno, ainda na educação básica, ou seja ensino infantil, fundamental e médio. Já nos trabalhos Perkovic et.al. e Dierbach et.al. [20; 39], são abordadas estratégias para implantação do PC nos cursos de graduações nas diversas áreas do conhecimento.

No que concerne à forma de inserção do PC na educação, esta pode ser aplicada tanto na educação informal, através de ministração de oficinas geralmente ensinando alguma linguagem de programação (e.g. Scratch, Python, etc.), ou na educação formal por meio da aplicação dos conceitos de PC associados as disciplinas. A proposta é que os alunos não sejam meros utilizadores de ferramentas, mais sim construtores [4; 22]. Estas aplicações serão detalhadas nas subseções seguintes.

### 2.1.1 **Pensamento Computacional na Educação Informal**

A necessidade de atender às demandas da sociedade cada vez mais integrada com a tecnologia faz com que os indivíduos assumam duas categorias: as de criadores de softwares ou a de próprio software [46] (i.e., meros executores de instruções de outros indivíduos). A ideia de que todos devem aprender a programar foi proposta desde década de 60. No entanto, esta ideia só se consolidou no cenário mundial após a definição de PC apresentada por Janete Wing em 2006 [8].

Desde então, estudos estão sendo realizados com intuito de propor abordagens para inserir o PC por meio do ensino de programação. Na literatura, encontramos relatos de cursos de programação utilizando ferramentas visuais (e.g. Alice, Scratch, Phyton, etc.) ministrados na educação informal, que alcançaram bons resultados. Os alunos que participaram destes cursos, melhoram a sua capacidade de resolução de problemas, compreenderam que a computação vai além da utilização dos computadores e ampliaram a concepção acerca do mundo ao seu redor [7; 9; 14].

Na maioria dos casos o ensino de PC na educação informal tem sido viabilizado por meio das oficinas de programação de jogos. O objetivo destas oficinas é ensinar padrões de PC que possam ser detectados durante a programação do jogo. Estes padrões podem ser: colisão (quando dois agentes se encontram), absorção (quando um agente apaga o outro), transporte (quando uma agente influencia no movimento do outro) [17; 49] entre outros.

Outra proposta é o ensino do PC na educação informal por meio da computação desplugada. Scaico et.al. [47] relata as experiências de um grupo de alunos do curso de Licenciatura em Computação na ministração de um curso para alunos do ensino fundamental de uma escola da cidade de João Pessoa - PB. Neste curso foram abordados temas relacionados aos princípios computacionais e o seu plano de trabalho foi desenvolvido seguindo as diretrizes propostas no livro *Ciência da Computação Desplugada*<sup>1</sup>. Os resultados apontam que apesar da metodologia não se adequar perfeitamente a realidade dos alunos, sendo necessário ajustes no conteúdo computacional ofertado, avanços poderiam ser obtidos no aprimoramento do ensino de disciplinas como a matemática, por meio de temas transversais usando tecnologias, habilidades de associação, uso de metáforas e abstração de conceitos.

---

<sup>1</sup><http://csunplugged.org/>

### 2.1.2 **Pensamento Computacional na Educação Formal**

A computação, por meio dos seus conceitos e metodologias, oferece recursos para resolução de uma diversidade de problemas, sejam no aspecto profissional ou do cotidiano [15]. O PC surge como uma proposta para viabilizar a aplicação das habilidades computacionais em contextos que vão além da computação, integrando tais habilidades a formação dos alunos ainda na idade escolar [21; 22].

Diante de tal perspectivas, observamos o crescente interesse por pesquisas que envolvam a adoção dos conceitos e capacidades do PC na educação formal [10; 39; 43; 52; 55].

Estas pesquisas estão relacionadas tanto com a educação básica quanto ao ensino superior, em ambos os casos o objetivo é proporcionar aos alunos mecanismos para resolução de problemas nas diversas áreas do conhecimento, enfatizando o caráter científico do PC.

A dimensão multidisciplinar do PC pode ser observada na maioria das suas definições, esta característica tem viabilizado a associação dos conceitos e capacidades relacionadas ao PC com os conteúdos dos diversos cursos do ensino superior e das disciplinas da educação básica.

No contexto do ensino de superior, Perkovic et.al. [39] descrevem um framework para inserção do PC nos cursos de graduação da Universidade DePaul em Chicago. O framework foi implantado na disciplina de Estudos Liberais, a qual está presente na maioria dos cursos de graduação. Exemplos de PC nos vários contextos da educação, bem como, atividades e avaliações que podem ser aplicadas em sala de aula são parte do conteúdo deste framework.

Considerando a educação básica, Barr and Stephenson [4] apresentaram uma proposta de introdução do PC na educação formal, por meio da adoção dos conceitos relacionados ao PC em disciplinas regulares (e.g. matemática, ciências, estudos sociais, linguagem artística e etc.). A proposta é que os estudantes sejam solucionadores de problemas ativos usando um conjunto de conceitos, tais como abstração, recursão e interação, para processar e analisar dados, possibilitando a criação de artefatos. Um modelo estruturado de conceitos e capacidades do PC foi proposto com o intuito de viabilizar a aplicação do PC nas atividades interdisciplinares. Esse modelo será apresentado na Seção 2.2.

## 2.2 A matemática e a Resolução de Problemas

A matemática está diretamente relacionada à resolução de problemas (i.e., a capacidade de aceitar uma meta mesmo que ainda não se tenha os meios para alcançá-la) [51]. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a resolução de problemas contribui para o processo de ensino e aprendizagem da matemática de forma construtivista, onde a situação-problema é ponto central da atividade, desafiando o aluno a interpretar as situações e desenvolver estratégias para solucioná-las. Além disso, a resolução de problemas não é, por si só, uma atividade e sim uma orientação para a aprendizagem dos conceitos, procedimentos e atitudes matemáticas [32].

Os sistemas de avaliação de ensino do Brasil e do mundo, tem destacado a importância da resolução de problemas no que concerne a disciplina de matemática. No cenário nacional a Prova Brasil, ou seja, uma das avaliações utilizadas para medir a qualidade do sistema educacional brasileiro, aplica testes de Matemática e Língua Portuguesa, com foco em resolução de problemas e leitura respectivamente [38]. O Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) é um exemplo de avaliação internacional que igualmente enfatiza a resolução de problemas. No contexto da matemática, o nível de letramento definido pelo PISA espera que os alunos tenham a capacidade de formular, aplicar e interpretar a matemática em diferentes contextos, incluindo o raciocínio matemático e aplicação de conceitos, procedimentos, ferramentar e fatos matemáticos [36].

A medida que os alunos avançam no nível de letramento em matemática, estes compreendem melhor o processo matemático, o conteúdo e o contexto abordado nas situações-problemas. Para o PISA, essas conquistas estão associadas às Capacidades Fundamentais da Matemática identificadas por Niss [33], as quais envolvem:

- *Comunicação*: o processo de leitura, interpretação e decodificação das situações propostas nos problemas;
- *"Matematização"*: transposição de um problema no mundo real para uma forma matemática;
- *Representação*: seleção, interpretação, utilização e tradução de representações para capturar situações do problema ou interagir com as respostas;



- *Raciocínio e argumentação*: envolve o pensamento lógico, a análise de elementos do problema de modo a permitir inferências a partir deles ou fornece uma justificativa para a solução do problema;
- *Delineamento de estratégias para resolução de problemas*: um conjunto de processos de controle para reconhecer, formular e resolver o problema;
- *Utilização de linguagem simbólica, formal e técnica e operações*: envolve a compreensão, interpretação, manipulação e utilização de expressões simbólicas dentro do contexto matemático;
- *Utilização de ferramentas matemáticas*: envolve o conhecimento e aptidão para lidar com ferramentas matemáticas.

No tocante aos processos matemáticos, a tabela da figura 2.1 apresenta a relação entre as capacidades fundamentais da matemática e os processos matemáticos.

Além destas capacidades, é exigido do aluno a capacidade de ler, decodificar, interpretar os problemas de forma a ampliar a compreensão do mundo a sua volta. Então, os alunos precisam desenvolver habilidades que vão além do processo de execução dos cálculos (i.e., resolver cálculos utilizando operações, expressões ou fórmulas), eles precisam ter a capacidade de descrever, explicar ou prever fenômenos, utilizando várias formas de raciocínio [36].

Polya [42] no seu livro "A Arte de Resolver Problemas" apresenta cinco passos fundamentais para resolução de um problema. Estes passos envolvem: (i) a familiarização com o problema por meio da identificação do enunciado, compreensão das situações no contexto geral e armazenamento destas situações na mente; (ii) o aperfeiçoamento da compreensão através do isolamento das ideias principais; (iii) a procura por ideias proveitosas identificando situações semelhantes em outros problemas, considerando ideias que pareçam proveitosas mesmo que incompletas; (iv) execução de um plano realizando todas as operações algébricas e geométricas que verificou ser viável, utilizando o raciocínio formal e/ou pela intuição; (v) retrospecto verificando a solução encontrada por diferente aspectos.

Figura 2.1: Relação entre processos matemáticos e capacidades matemáticas fundamentais.

Extraída de PISA [37].

## 2.3 Considerações Finais

Os tópicos apresentados neste capítulo visam elucidar as questões teóricas com intuito de facilitar a compreensão dos próximos capítulos. Para tanto, foram descritos os principais

---

aspectos relacionados ao contexto do PC e sua aplicação na educação. Primeiramente, foram abordadas algumas definições do PC e sua aplicação na educação informal e formal. Por fim, foi discutido acerca da relação entre a disciplina de matemática e a resolução de problemas. Alguns trabalhos envolvendo o PC aplicado na educação, e especificamente na disciplina de matemática, serão apresentados no próximo capítulo.

## Capítulo 3

### Trabalhos Relacionados

O estudo acerca do Pensamento Computacional (PC) vem crescendo nos últimos anos. Jeannette Wing [52] contribuiu de forma significativa para a expansão do PC quando propôs que os conceitos computacionais poderiam ser utilizados para resolver problemas em diversas áreas do conhecimento. Para a autora estes conceitos deveriam ser estudados por todos desde o início de sua formação, ainda na educação básica.

Uma das abordagens mais utilizadas para o ensino do PC na educação básica é por meio do ensino de programação. Para Resnick [45] os alunos devem ser submetidos ao processo de projetar, criar, experimentar e explorar aperfeiçoando suas habilidades criativas, assim como ocorre no jardim da infância. O autor ressalta que a utilização de ferramentas de programação visual e de encaixe (e.g., Scratch) auxiliam no processo criativo e sugere a adoção do ensino de programação nos diversos anos da educação básica em disciplinas complementares. Na literatura estão disponíveis metodologias para viabilizar o ensino do PC por meio do ensino de programação utilizando ferramentas como o Scratch [16; 50]. Nesses trabalhos os autores propõem um conjunto de atividades, por meio da programação, para ensinar os conceitos computacionais. Em alguns casos, essas atividades abordam conteúdos de disciplinas da educação formal (e.g, matemática, ciências, português, artes e etc.).

A aplicação de atividades de computação desplugadas tem sido amplamente difundida nas abordagens do PC e sua aplicação atinge todas as faixas etárias. No trabalho de Andrade et.al. [1] são apresentadas três atividades lúdicas desenvolvidas, para aplicação no ensino fundamental, de forma a favorecer a disseminação do PC. Neste trabalho os autores introduzem os conceitos do PC proposto pelo CSTA e ISTE [10] sem uso do computador. Outro

exemplo de atividade desplugada foi apresentado no trabalho de Bell et.al. [5]. Nesta atividade foi abordado o tema de Roteamento e Impasse, onde cada aluno estava utilizando uma cor diferente de camisa e havia cinco frutas de cores correspondentes. Os alunos deveriam passar as frutas ao redor de um círculo entregando a fruta ao aluno que tinha a mesma cor de camisa. Entretanto, existiam duas frutas da mesma cor, exceto em uma cor. Então, para resolver o problema os alunos descobriram que às vezes é necessário desistir de uma fruta mesmo quando as cores estão corretas para evitar um problema de impasse. Ao término desta atividade, foi discutido o tema de roteamento e impasse de informações na Internet, mostrando as semelhanças entre as duas atividades.

Outra abordagem para a inserção do PC na educação é a associação dos seus conceitos e capacidades a conteúdos de disciplinas da educação básica, tais como a Matemática. Nos Estados Unidos o CSTA e ISTE são pioneiros em pesquisas voltadas para a adoção do PC na educação básica (K-12). Estas entidades compõem um grupo de trabalho que tem como objetivo explorar e disseminar recursos de ensino/aprendizagem relacionados ao PC.

Apesar das pesquisas disponíveis na literatura, a adoção do PC no currículo brasileiro ainda é um desafio. França e Tedesco expôs no seu trabalho [22] alguns destes desafios, entre os quais podemos citar:

- A ausência de um currículo que envolva uma disciplina de computação na educação básica ou aplicação do PC transversalmente aos conteúdos das disciplinas já disponíveis, tal como a Matemática (nosso trabalho almeja contribuir para melhoria desse aspecto);
- Melhorar a formação do professor inserindo os docentes formados em Licenciatura em Computação, assim como, capacitar os docentes das disciplinas do currículo em PC;
- Definir a melhor estratégia de ensino/aprendizagem, seja por meio do ensino de programação ou utilizando os conceitos e capacidades nas práticas em sala de aula;
- Compreender a melhor forma de ensinar os conceitos computacionais, já que muitos estudos apontam que essa não é um atividade trivial, quando o público-alvo é tão jovem e possui uma formação limitada.

Para tanto, as autoras propuseram um modelo de aprendizagem de PC que tem como intuito

fornecer mecanismos para os alunos do ensino médio aprenderem Computação. Em linhas gerais, o modelo é composto de quatro fases as quais envolvem: (i) a **pré-reflexão** que é a fase de identificação do problema e a avaliação que o aluno faz, da sua capacidade de resolução; (ii) Na fase de **resolução** os alunos resolvem o problema utilizando padrões de programação e podem utilizar as experiências anteriores para aprimorarem suas soluções; (iii) já na fase de **avaliação em pares** os alunos são avaliados por seus pares e estes devem demonstrar que compreenderam a solução do problema, a fim de não comprometer a avaliação (iv) por fim, os alunos são submetidos a fase de **pós-reflexão** onde as avaliações da fase anterior são analisadas e há a possibilidade do compartilhamento das soluções a fim de obter mais *feedback* [22].

Ainda no contexto dos desafios para aplicação do PC na educação básica brasileira, encontramos o trabalho de Farias et.al. [21] que apresenta um panorama das limitações na formação dos docentes graduados em Licenciatura em Computação em relação ao PC. Os autores entrevistaram um grupo de alunos concluintes do curso a distância de Licenciatura em Computação da Universidade Federal Rural de Pernambuco a fim de verificar qual a visão que estes alunos tem em relação ao PC, além disso, identificar quais as limitações para implantação do PC na educação básica segundo a concepção desses futuros profissionais. Os resultados apontam que apesar destes alunos conhecerem o conceito do PC, poucos compreendem, de fato, os seus benefícios e aplicabilidade. Sendo assim, as atividades promovidas por estes alunos para inserção do PC na educação básica é modesta.

Como o objetivo deste trabalho é apresentar um estudo contendo estratégias para resolução de problemas matemáticos utilizando o PC, na Subseção 3.1 serão apresentados alguns trabalhos, disponíveis na literatura, acerca desta tema.

### 3.1 Pensamento Computacional e a Matemática

Apesar dos esforços recentes, poucos trabalhos associando o PC à disciplina de matemática foram propostos. Barcelos et.al., [3] apresenta em sua revisão sistemática da literatura uma avaliação de artigos publicados acerca do tema, produzidos em língua inglesa entre os anos de 2006 e 2014. Os autores selecionaram 48 artigos que apresentam atividades didáticas relacionando o PC e a Matemática. Estes artigos foram coletados dos principais repositórios

da área de computação (e.g., ACM, ERIC, IEEE Xplore, SpringerLink e etc.). É importante ressaltar, que a maioria dos trabalhos selecionados abordam atividades didáticas relacionadas ao uso de ferramentas computacionais na matemática (40 ocorrências), sendo os conceitos e princípios computacionais, tema de apenas 8 trabalhos.

Assim, como a proposta deste estudo é ampliar a compreensão acerca da relação do PC e a disciplina de matemática no contexto da resolução de problemas matemáticos, serão apresentados na Subseção 3.1.1 alguns trabalhos envolvendo o uso de ferramentas computacionais em atividades matemáticas e na subseção seguinte, a 3.1.2, serão abordados os trabalhos que utilizaram apenas os conceitos e princípios computacionais.

### **3.1.1 Pensamento Computacional e a Utilização de Ferramentas Computacionais em Atividades Matemáticas**

O trabalho realizado por Boyce et.al. [6], apresenta um comparativo acerca da utilização de ferramentas computacionais e jogos no ensino de conteúdos matemáticos para alunos da educação básica. Os autores descrevem o funcionamento de dois softwares: o Virtual Bead Loom e o BeadLoom Game, em que ambos são ferramentas computacionais para o ensino de matemática. O propósito destes softwares é ensinar conceitos matemáticos elementares tais como: a definição de ponto, reta, retângulo, triângulos, coordenadas cartesianas entre outros, por meio de conceitos do PC (e.g., loops e iterações). Os resultados deste estudo apontam que ambos os softwares foram eficazes no ensino da matemática, no entanto, a metodologia utilizada no *BeadLoom Game* mostrou-se mais atrativa para os alunos.

Projetos utilizando a robótica como instrumento pedagógico têm sido amplamente adotados no ensino de matemática, devido a sua popularidade e multidisciplinaridade. Maxwell et.al. [30], apresenta os resultados de um projeto realizado pelos alunos do Laboratório de Acesso Remoto da Faculdade de Engenharia e Agrimensura da Universidade de Southern Queensland com alunos japoneses e australianos do ensino fundamental. O objetivo do projeto foi proporcionar aos alunos um ambiente onde eles pudessem empregar uma gama de habilidades matemáticas de forma colaborativa seguindo um conjunto de diretrizes especificadas. Para tanto, os autores utilizaram a robótica como mecanismo de aprendizagem e tecnologias de acesso remoto para coletar e analisar as características dos movimentos e

desempenhos dos robôs. Para os autores, incentivar o ensino de matemática, ciências, tecnologia e engenharia desde da tenra idade favorece o apressos dos alunos por disciplinas e cursos voltados para estas áreas. A robótica tem auxiliado no desenvolvimento desse interesse através da aprendizagem contextualizada proporcionada por cenários da vida real.

Estudos apontam que a programação de computadores pode ser facilmente integrada à educação matemática. Jenkins et.al. [28], apresenta em seu trabalho uma estratégia para inserção do PC no ensino médio por meio de um tratamento instrucional desenvolvido para associar a programação à resolução de problemas matemáticos. Essa estratégia construtivista é um dos pontos abordados no projeto da AMSTI (Iniciativa Alabama Matemática, Ciências e Tecnologia) para inserção de computação no ensino médio das escolas do Estado do Alabama - USA. Para tanto, os autores realizaram um workshop com professores de matemática do Estado visando ampliar as suas compreensões acerca dos conceitos de abstração, generalização e justificação, por meio do ensino de programação. Os professores foram submetidos aos problemas de matemática cujas soluções necessitavam do uso destes conceitos. Antes de resolverem os problemas, os professores tiveram que descontextualizá-los a fim de identificar os conceitos matemáticos necessários na solução. Ao término do workshop, os autores entrevistaram os participantes e observaram que por meio do ensino de programação os alunos poderiam construir estruturas mentais tais como, abstração e generalização, necessárias para solucionar o problema. Além disso, os professores ficaram motivados e ansiosos para aprender mais sobre como incorporar a programação nas suas atividades em sala de aula.

### **3.1.2 Pensamento Computacional e a Utilização dos Conceitos Computacionais em Atividades Matemáticas**

Um dos trabalhos mais relevantes acerca da associação do PC a disciplinas da educação formal, tal com a matemática foi realizado pela *Computer Science Teachers Association* (CSTA) e *International Society for Technology in Education* (ISTE). Estas entidades elaboraram uma abordagem [10] para aplicação do PC na educação básica americana (K-12), por meio da criação e disponibilização de um conjunto de materiais sobre o PC, contendo definições operacionais, vocabulários, experiências de aprendizagem, e cenários onde o PC pode ser utilizado em sala de aula (*Computational Thinking Teacher Resources*). O objetivo



deste material é inspirar os professores que não são da área da Ciência da Computação. Para o CSTA e ISTE, o PC atua na resolução de problemas por meio das seguintes características:

- Formulação de problemas de uma forma que nos permite usar um computador e outras ferramentas para ajudar a resolvê-los;
- Organização lógica e análise de dados;
- Representação de dados através de abstrações como modelos e simulações;
- Soluções automatizadas através do pensamento algorítmico, ou seja, uma série de passos ordenados;
- Identificação, análise e implementação de soluções possíveis com o objetivo de alcançar a combinação mais eficiente e eficaz de passos e recursos;
- Generalização e transferência deste processo de resolução de problemas para uma grande variedade de problemas.

Além disso, o CSTA e ISTE propuseram um conjunto de conceitos e capacidades que estão relacionadas às habilidades estimuladas pelo PC, os quais, nortearam o desenvolvimento desta pesquisa. Estes conceitos podem ser definidos como:

- *Coleta de Dados*: coletar informações de forma adequada;
- *Análise de Dados*: dar sentido aos dados, encontrar padrões e tirar conclusões;
- *Representação de Dados*: representar e organizar os dados em gráficos, tabelas, textos e imagens;
- *Decomposição de Problemas*: quebrar tarefas em partes gerenciáveis, menores;
- *Abstração*: reduzir a complexidade para definir a ideia principal;
- *Algoritmo e Procedimentos*: definir um conjunto de passos ordenados para resolver um problema ou atingir algum fim;
- *Automação*: usar os computadores ou máquinas para fazer tarefas repetitivas e tediosas;

- *Paralelização*: organizar recursos para, simultaneamente, realizar tarefas para alcançar um objetivo comum;
- *Simulação*: representar ou modelar um processo.

Um estudo preliminar da associação das competências da matemática e as capacidades do PC foi apresentado por Barcelos e Silveira [2]. Nesse trabalho, os autores realizaram uma revisão da literatura e apresentaram estratégias para relacionar as competências da matemática previstas nos Parâmetros Curriculares Brasileiros às atividades didáticas do PC. Os autores associaram as atividades do PC a três competências da matemática: articulação de símbolos, identificação de padrões e regularidades e, construção de modelos representativos e explicativos. No entanto, a contribuição dos autores limitou-se ao âmbito conceitual, sem definições concisas acerca da sua efetiva aplicação na sala de aula, sugerindo assim, avanço na pesquisa proporcionando o desenvolvimento de trabalhos futuros.

A relação do PC e os problemas matemáticos utilizados em avaliações baseadas em resolução de problemas, tal como o PISA, foi estudada por Mestre et.al., [31]. Neste trabalho os autores apresentam um mapeamento dos conceitos do PC proposto pelo CSTA e ISTE e as capacidades matemáticas definidas no nível de letramento do PISA. Além disso, avaliaram um conjunto de questões do PISA a fim de identificar, na prática, como estes conceitos podem auxiliar na resolução destes problemas. Os resultados apontam que dos nove conceitos avaliados seis estão relacionados com o conjunto de questões e sugere o ensino do PC associado à matemática por meio de atividades em sala de aula.

## 3.2 Considerações Finais

Apesar do PC ser um método para resolver problemas das diversas áreas do conhecimento (e.g., biologia, ciências, matemática), poucos estudos abordam essa relação na prática. Neste capítulo foram apresentados os trabalhos acerca da relação do PC e disciplinas da educação formal, com ênfase na matemática. Três abordagens foram discutidas: (i) o PC como estratégia de resolução de problemas por meio do ensino de programação, (ii) o ensino do PC através de atividades desplugadas e (ii) mediante a aplicação dos seus conceitos nas atividades das disciplinas em sala de aula.

No tocante ao estudo apresentado nesta dissertação, este é uma expansão das pesquisas realizada por Barcelos e Silveira [2] e Mestre et.al. [31]. No próximo Capítulo iremos discutir acerca do mapeamento proposto.

## **Capítulo 4**

# **Mapeamento entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e o Pensamento Computacional**

Estudos recentes ressaltam a importância do PC para resolução de problemas das diversas áreas científicas [28; 48], por meio da utilização do pensamento sistemático e algorítmico. Assim, iniciativas têm sido adotadas para incentivar o uso do PC na educação básica a fim de melhorar o desempenho dos alunos em disciplinas como a matemática e estimular o apresso por cursos da área de exatas.

Este trabalho tem como objetivo contribuir para adoção dos conceitos relacionados ao PC no contexto da disciplina de matemática do ensino fundamental por meio da proposta de um conjunto de estratégias para resolução de questões de matemática. O estudo apresentado nesta dissertação foi realizado em duas etapas: a elaboração de um mapeamento entre as capacidades fundamentais da matemática e o PC, o qual será alvo deste capítulo e, a criação de um banco de questões de matemática em relação ao PC que será discutida no Capítulo 5.

Em linhas gerais, o mapeamento proposto foi desenvolvido considerando dois aspectos, a seleção de conceitos do PC que fossem aderente aos conteúdos de matemática da educação básica e um conjunto de questões de matemática que explorasse a resolução de problemas. Após uma vasta revisão da literatura, selecionamos a definição operacional de PC proposta pelo CSTA e ISTE [10], contendo os conceitos e capacidades do PC descritos no Capítulo 2. Para instanciar o mapeamento, utilizamos um conjunto de questões aplicadas no PISA

liberadas pelo OCDE entre os anos 2000 e 2012. A escolha destas questões foi motivada pelo fato do PISA ser uma avaliação que enfatiza a resolução de problemas, além de uma avaliação de referência internacional. O mapeamento está descrito em detalhes na Seção 4.1.

## 4.1 Visão Geral do Mapeamento

A implementação do mapeamento proposto ocorreu na forma de um material instrucional, com o objetivo de fornecer estratégias para que os professores de matemática possam explorar a resolução de problemas nas suas práticas em sala de aula, relacionando suas questões (e.g., exercícios, provas, simulados) aos conceitos do PC.

Esperamos que os professores ao utilizarem este mapeamento possam compreender a definição de PC, bem como, a aplicação dos seus conceitos e capacidades no contexto da matemática.

O material produzido foi estruturado sob os conceitos e capacidades do PC propostos pelo CSTA e ISTE [10], considerando três aspectos: (a) para cada conceito foram apresentadas definições no contexto da computação e na matemática; (b) foram evidenciadas as habilidades matemáticas estimuladas pelos conceitos do PC; (c) exemplos de questões de matemática fortemente relacionadas à resolução de problemas foram solucionadas utilizando os conceitos do PC.

A seguir, será apresentado o mapeamento proposto para os conceitos e capacidades relacionadas ao PC, entre eles podemos citar: coleta, análise e representação de dados, decomposição de problemas, abstração, algoritmos e procedimentos, automação, paralelização e simulação.

### 4.1.1 Coleta de Dados

A coleta de dados envolve a capacidade de sistematizar métodos, de forma adequada, para obter informações, seja de pessoas ou outras fontes de dados, tais como: arquivos, sistemas e formulários. Estas informações devem ser relevantes para solução ou compreensão do problema a ser resolvido. No contexto da matemática, a coleta de dados está relacionada ao processo de identificação dos dados quantitativos e qualitativos que são relevantes para resolução do problema [10].

**Habilidades Desenvolvidas**

Ao serem submetidos ao processo de coleta de dados os alunos desenvolvem aptidões para ler e interpretar as afirmações, perguntas, e objetos de um problema, contribuindo para o desenvolvimento da sua capacidade de comunicação, atendendo à expectativa do PISA [37].

Além disso, aguçam os seus sentidos no tocante à identificação dos dados explícitos e implícitos nas questões.

**Exemplo**

Vejamos o exemplo Maçãs.

Figura 4.1: Questão - Conceito do Pensamento Computacional Coleta de Dados.

Extraída de PISA [35].

Na questão o desafio é descobrir, dado um número  $n$  de filas, quantas macieiras e coníferas podem ser plantadas. O problema apresenta quatro diagramas contendo os valores

para as variáveis (número de filas, maçãs e coníferas). Para encontrar o valor, o aluno deverá observar os diagramas, identificando quais variáveis influenciarão na solução da questão. Após essa etapa, o aluno utilizará um método, nesse caso observacional, para coletar os dados necessários (valores de cada variável). Analisando os dados o aluno poderá selecionar o modelo matemático adequado.

Apesar do objetivo de aprendizagem ser avaliar se os alunos conseguem transcrever um modelo matemático para uma tabela [34], a coleta de dados é um ponto central para solução da questão. Caso o aluno não identifique as três variáveis principais ou não colete corretamente os dados destas variáveis, o seu modelo matemático será comprometido.

### Resolvendo a Questão

1º Etapa: Interpretar as afirmações, restrições, identificar as variáveis e seus valores

Afirmação:

- O fazendeiro planta coníferas ao redor do pomar.

Variáveis:

Número de Filas:  $n = 1$  Macieiras:  $m = 1$  Coníferas:  $c = 8$

Número de Filas:  $n = 2$  Macieiras:  $m = 4$  Coníferas:  $c = 16$

Número de Filas:  $n = 3$  Macieiras:  $m = 9$  Coníferas:  $c = 24$

Número de Filas:  $n = 4$  Macieiras:  $m = 16$  Coníferas:  $c = 32$

2º Etapa: Preencher a tabela com os valores encontrados

Tabela 4.1: Versão 1

$n =$	Número de macieiras	Número de coníferas
1	1	8
2	4	16
3	9	24
4	16	32
5		

3º Etapa: Identificar o modelo matemático

Existem duas possibilidades de identificarmos os valores de macieiras e coníferas quando temos 5 filas ( $n = 5$ ). No primeiro caso, podemos desenhar um pomar similar aos que estão

descritos na questão e contar o número de macieira e coníferas que foram necessárias para representar o pomar. No segundo caso, encontramos os valores através da análise da regularidade no número de filas, coníferas e macieiras. Vamos resolver a questão utilizando o segundo caso.

Observando a figura e analisando os dados fornecidos, percebemos que o número de coníferas é o número de filas vezes 8. Então, temos:

$$c = n * 8$$

$$c = 5 * 8 = 40$$

Já o número de macieiras é a multiplicação do número de filas por ela mesma. Sendo assim, temos:

$$m = n * n$$

$$m = 5 * 5 = 25$$

Então, nossa nova tabela será:

Tabela 4.2: Versão 2

$n =$	Número de macieiras	Número de coníferas
1	1	8
2	4	16
3	9	24
4	16	32
5	25	40

### 4.1.2 Análise de Dados

A análise de dados envolve a habilidade de compreender os dados, que foram obtidos por meio da coleta de dados, encontrando padrões e tirando conclusões. Na matemática a análise de dados está relacionada com a capacidade de extrair valores de gráficos, tabelas, listas, figuras e textos, com intuito de inferir, concluir fatos ou estimar novos valores [10].



**Habilidades Desenvolvidas**

Por meio da análise de dados esperamos que os alunos possam estruturar, conceituar fazer suposições e/ou justificar a solução de um problema. Além disso, o pensamento lógico é envolvido mediante o processo de interpretação e avaliação dos resultados matemáticos.

Em relação às capacidades fundamentais da matemática abordadas pelo PISA, a análise de dados estimula a comunicação, "matematização" e o raciocínio e argumentação[37].

**Exemplo**

No exemplo Porta Giratória:

Figura 4.2: Questão - Conceito do Pensamento Computacional Análise de Dados.

Extraída de PISA [35].

O aluno é desafiado a identificar informações e construir um modelo quantitativo (im-

plícito) para encontrar a solução [35]. Nesta questão o aluno é estimulado a formular um modelo a partir da interpretação dos dados obtidos, para tanto é necessário o uso dos conceitos coleta e análise de dados. Além disso, estimar novos valores para situações diferentes.

### Resolvendo a Questão

1º Etapa: Interpretar as afirmações restrições, identificar as variáveis e seus valores

#### Afirmações:

- A porta faz 4 rotações completas por minuto;
- Cabem duas pessoas em cada um dos três setores;
- Os setores da porta são iguais.

#### Variáveis:

Número de rotações por minuto:  $n = 4$

Número de setores da porta:  $s = 3$

Número de pessoas em cada setor:  $p = 2$

Tempo de observação:  $t = 30\text{minutos}$

Número máximo de pessoas que entram no edifício:  $x = ?$

2º Etapa: Analisar os objetos matemáticos e fazer suposições.

Para facilitar a nossa compreensão, vamos representar uma rotação completa da porta giratória. Os setores da porta serão chamados de  $S1, S2, S3$  conforme a Figura 4.3.

Figura 4.3: Setores da Porta Giratória.

Extraída de PISA [35]

Analisando a Figura 4.3, podemos observar que ao completar uma rotação (quando as seis sequência foram executadas) os setores ( $S1, S2, S3$ ) passaram pelo menos uma vez pela a entrada e a saída. Vamos analisar as sequências e coletar os valores para nossas variáveis.

Seq. 1:

Vamos considerar que Seq. 1 é o ponto de partida. Nesta sequência,  $S1$  está liberado para entrada de pessoas e  $S2$  para saída, entretanto,  $S2$  está vazio então nenhuma pessoa sai pela porta.

Seq. 2:

Nesta sequência,  $S3$  está liberado para entrada de pessoas e  $S2$  continua liberado para saída, mas até o momento ninguém saiu pela porta.

Seq. 3:

Agora  $S3$  está liberado para entrada de pessoas e  $S1$  liberado para saída. Considerando lotação máxima, duas pessoas saem pelo setor  $S1$ . Logo,  $p = 2$ .

Seq. 4:

$S2$  está liberado para entrada e  $S3$  liberado para saída. Duas pessoas saem do setor  $S3$ . Atualizando o valor da variável  $p = 4$ .

Seq. 5:

Já na Seq. 5,  $S1$  está liberado para entrada e  $S3$  para saída. Sendo assim, ninguém sai da porta, pois  $S3$  está vazio. O valor de  $p$  continua igual a 4.

Seq. 6:

Na última sequência Seq. 6,  $S1$  continua liberado para entrada e agora  $S2$  está liberado para saída. Assim, duas pessoas saem do setor  $S2$ . E o valor de  $p$  é atualizado para  $p = 6$ .

3º Etapa: Efetuar os cálculos para solucionar o problema.

Após analisarmos o problema podemos então calcular o valor de  $x$ , atualizando o valor das nossas variáveis pelos valores encontrados.

De acordo com a segunda etapa, observamos que a cada rotação 6 pessoas saem da porta. Como a porta faz 4 rotações por minuto. Então, o número máximo de pessoas que entra no prédio em 30 minutos, pode ser definido como:

Dado que  $t$  é o tempo,  $p$  é o número de pessoas em cada setor e  $n$  é o número de rotações/minuto, temos que

$$x = p * n * t$$

$$\text{Logo, } x = 6 * 4 * 30 = 720.$$

A alternativa correta é a letra D

### 4.1.3 Representação de Dados

Ao se deparar com as questões de matemática, geralmente os alunos estão preocupados em efetuar os cálculos corretos para encontrar a solução. No entanto, a forma como essa solução será representada é tão importante quanto os cálculos. Portanto, a representação de dados envolve a capacidade para representar e organizar os dados, sejam em gráficos, tabelas, textos ou imagens.

#### Habilidades Desenvolvidas

O PISA define como uma capacidade fundamental da matemática a representação de dados. Mediante a representação de dados os alunos podem selecionar, interpretar, traduzir e utilizar representações para interagir com o problema, além de, apresentar as suas soluções [10].

#### Exemplo

A questão Esteiras Rolantes:

Tem como objetivo avaliar a compreensão do aluno acerca da representação de dados aproximados. Nesta questão, o aluno necessita coletar os dados, analisar as afirmativas propostas e representar sua resposta através de uma nova linha no gráfico. Por meio da representação de dados os alunos são capazes de selecionar formas adequadas para apresentar suas soluções. À medida que os alunos ampliam os seus conhecimentos acerca das representações, suas soluções e justificativas serão enriquecidas.

#### Resolvendo a Questão

1º Etapa: Interpretar as afirmações, restrições, identificar as variáveis e seus valores

Afirmações:

- Primeira linha do gráfico (L1): uma pessoa caminhando na esteira rolante.
- Segunda linha do gráfico (L2): uma pessoa caminhando ao lado da esteira rolante.
- O passo da caminhada das duas pessoas são quase iguais.

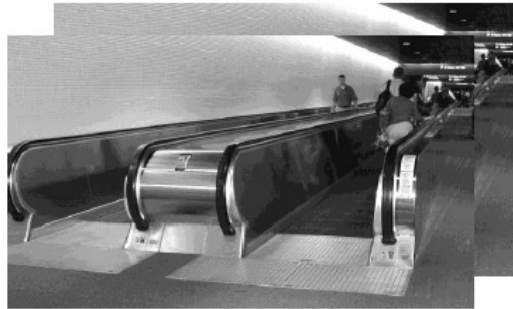
2º Etapa: Analisar os objetos matemáticos

## ESTEIRAS ROLANTES

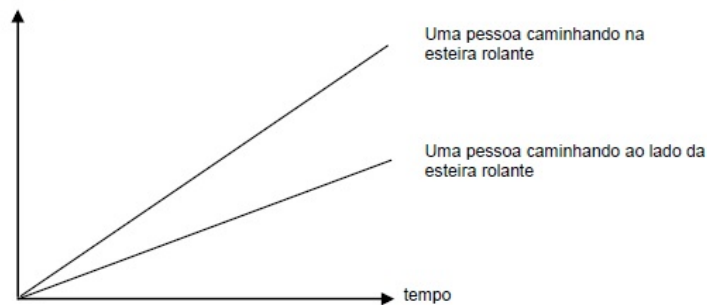
### Questão 1: ESTEIRAS ROLANTES

A fotografia ao lado mostra esteiras rolantes.

O gráfico distância-tempo, apresentado a seguir, mostra uma comparação entre “caminhar na esteira rolante” e “caminhar ao lado da esteira rolante.”



Distância a partir do início da esteira rolante



Supondo que, no gráfico acima, o passo da caminhada seja quase o mesmo para as duas pessoas, acrescente uma linha ao gráfico que represente a distância *versus* o tempo para a pessoa que estiver parada na esteira rolante.

Figura 4.4: Questão - Conceito do Pensamento Computacional Representação de Dados.  
Extraída de PISA [34].

Analisando o gráfico da Figura 4.4 observamos que, para um tempo  $t_1$  a pessoa que está caminhando em L1 atinge uma distância maior do que a pessoa que está caminhando em L2. Conforme representado na Figura 4.5.

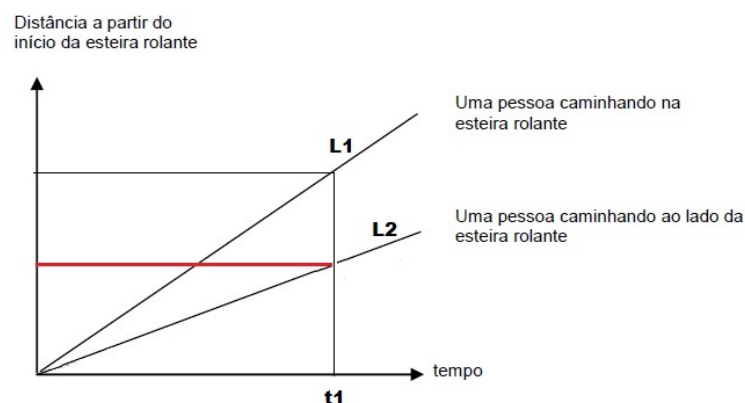


Figura 4.5: Resolução da Questão de Representação de Dados - 2º Etapa

Como os passos nas duas caminhadas, tanto em  $L1$  como em  $L2$ , são iguais e a distância entre  $L2$  e o eixo do tempo é maior do que a distância para  $L1$ . Assim, concluímos que para o mesmo tempo  $t1$  uma pessoa parada na esteira percorrerá uma distância pouco menor do que uma pessoa caminhando em  $L2$ .

3º Etapa: Representar a solução encontrada

A solução encontrada pode ser representada, de acordo com a Figura 4.6.

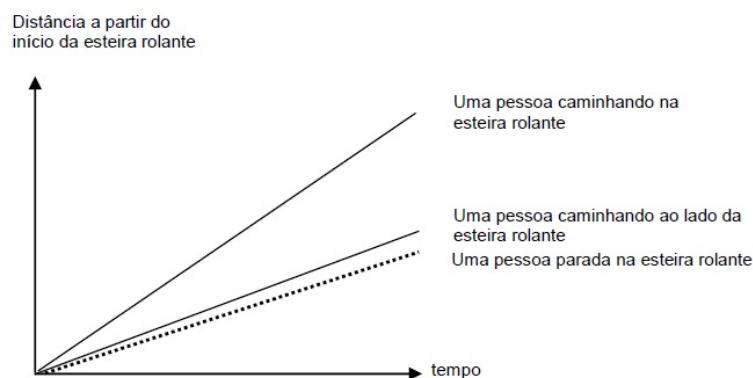


Figura 4.6: Resolução da Questão Representação de Dados - Final.

#### 4.1.4 Decomposição de Problemas

A decomposição de problemas envolve a fragmentação de tarefas em partes gerenciáveis, ou seja, menores. Na matemática, esse conceito está intrinsecamente relacionado à execução dos cálculos. A decomposição de problemas é o processo de identificar e utilizar fórmulas, funções e procedimentos matemáticos necessários para solucionar o problema. A resolução de operações e expressões respeitando a sua ordem de precedência é um exemplo do uso da decomposição de problemas [10].

##### Habilidades Desenvolvidas

Apesar da decomposição de problemas estar relacionada, na maioria dos casos, à execução dos cálculos este conceito contribui para o desenvolvimento de várias habilidades matemáticas no contexto da resolução de problemas. Os alunos ao utilizarem a decomposição devem ser capazes de transpor um problema definido no mundo real para uma forma ou modelo


matemático, ampliando a sua capacidade de "matematização".

Além disso, esse conceito favorece a compreensão, interpretação, manipulação e utilização de expressões simbólicas dentro do contexto matemática [37].

### Exemplo

Na questão Pinguim:

## PINGUIM



O fotógrafo de animais Jean Baptiste fez uma viagem de um ano e tirou inúmeras fotos de pinguins e de seus filhotes.

Ele se interessou particularmente pelo crescimento do tamanho de diferentes colônias de pinguins.

---

**Questão 2 : PINGUINS**

Jean se pergunta como o tamanho de uma colônia de pinguins vai evoluir ao longo dos próximos anos. Para determinar essa evolução, ele levanta as seguintes hipóteses:

- No início do ano, a colônia tem 10 000 pinguins (5 000 casais).
- Cada casal de pinguins procria um filhote a cada primavera.
- No final do ano, 20 % de todos os pinguins (adultos e filhotes) estarão mortos.

Ao final do primeiro ano, quantos pinguins (adultos e filhotes) haverá nessa colônia?

Número de pinguins: .....

Figura 4.7: Questão - Conceito do Pensamento Computacional Decomposição de Problemas.

Extraída de PISA [35].

O aluno é estimulado a compreender uma situação real visando encontrar um valor concreto por meio de variações de porcentagens [35]. O problema aborda um contexto científico e envolve o domínio matemático de quantidades. A solução deste problema é obtida a partir da interpretação de suas afirmações e da coleta dos dados para as variáveis que serão aplicadas num modelo matemático, que deverá ser formulado pelo aluno. A resposta dessa questão pode ser facilmente encontrada à medida que o aluno fragmenta sua solução, obtendo os valores parciais para cada afirmação.

### Resolvendo a Questão

1º Etapa: Interpretar as afirmações e restrições, identificar as variáveis e seus valores

Afirmações:

- No início do ano, a colônia tem 10.000 pinguins (5.000 casais)
- Cada casal de pinguins procria um filhote a cada primavera.
- No final do ano, 20% de todos os pinguins (adultos e filhotes) estarão mortos.

Variáveis:

Número de pinguins na colônia:  $p = 10.000$ .

Número de casais de pinguins na colônia:  $c = 5.000$ .

Número de filhotes que nascem em 1 ano:  $f = 5.000$ .

Número de pinguins mortos em 1 ano:  $m = 20\%$ .

Total de filhotes em 1 ano:  $tf = ?$

Total de pinguins na colônia no final do ano:  $t = ?$

2º Etapa: Analisar os objetos matemáticos

O número total de pinguins na colônia no final do ano está diretamente relacionado às variáveis  $p, c, f, m$ .

3º Etapa: Aplicar os dados encontrados ao modelo matemático

Vamos fracionar a solução da questão em duas etapas. Na primeira, vamos calcular o número de filhotes gerados pelos casais de pinguins em 1 ano.

De acordo com a segunda afirmação o número de filhotes é igual ao número de casais, então:

$$tf = c, \text{ logo } tf = 5.000$$

Total de pinguins passa a ser  $p = 15.000$ .

A afirmação 3 nos diz que ao final do ano 20% dos pinguins morrem, portanto ao final do ano nós teremos:

$$m = p * 0,2 \Leftrightarrow m = 3000$$

Logo:

Total de pinguins na colônia no final do ano passa a ser

$$t = p - m \Leftrightarrow t = 12.000$$



### 4.1.5 Abstração

O conceito abstração, assim como a decomposição de problemas, está relacionado à compreensão das situações-problemas. Os alunos devem ser capazes de compreender estas situações identificando a ideia principal [10]. Na computação a abstração está envolvida com os aspectos cognitivos da leitura, associando imagens aos enunciados lidos [41], sendo amplamente utilizada por meio do reuso de software ou parte dele.

Um dentre esses aspectos cognitivos é a capacidade de abstração, de associar imagens aos enunciados lidos. É possível fazer um "treinamento" desse hábito, basta expor o leitor aprendiz a trechos de textos obtidos em jornais ou simplesmente a pequenas frases, e pedir que ele faça a interpretação desse trecho, por meio de um desenho. Obviamente que o que se investiga não é a habilidade de desenhar do aluno, mas sua capacidade de abstrair uma imagem.

. No contexto da matemática, a abstração envolve a capacidade de interpretar um problema proposto e, extrair suas premissas, variáveis e restrições.

#### Habilidades Desenvolvidas

Por meio da abstração o aluno exercita a sua capacidade de leitura e interpretação de textos.

Além disso, o aluno é motivado a delinear estratégias, ou selecionar as já existentes, utilizando a matemática na solução de problemas do mundo real, usando a linguagem formal, técnica e/ou simbólica. (essa é a nossa contribuição, identificar estas relações)

#### Exemplo

O objetivo do problema Energia Eólica é:

Avaliar o nível de compreensão e capacidade de resolução de uma questão num dado contexto. O problema aborda um contexto científico e utiliza um domínio matemático de mudanças e relações [35]. Nesta questão o aluno é estimulado a interpretar as situações-problema extraindo a ideia principal e coletando os dados para em seguida aplicá-los na fórmula disponibilizada.

#### Resolvendo a Questão

1º Etapa: Interpretar as afirmações, restrições, identificar as variáveis e seus valores

## ENERGIA EÓLICA

Zedlópolis pretende construir várias usinas eólicas para produzir eletricidade.

A prefeitura de Zedlópolis coletou informações sobre o seguinte modelo.



Modelo:	E-82
Altura do mastro:	138 metros
Números de pás:	3
Comprimento de uma pá:	40 metros
Velocidade máxima de rotação:	20 rotações por minuto
Custo de construção:	3 200 000 zeds
Produção:	0,10 zed por kWh gerado
Custo de manutenção:	0,01 zed par kWh gerado
Eficiência:	Operacional 97% do ano

Observação: O quilowatt/hora (kWh) é uma unidade de medida de energia elétrica.

### Questão 2: ENERGIA EÓLICA

Zedlópolis deseja calcular os custos e os lucros gerados pela construção dessa usina eólica.

O prefeito de Zedlópolis propõe a seguinte fórmula para calcular as vantagens financeiras  $F$  (em zeds) sobre um número de anos  $y$ , se eles construírem o modelo E-82.

$$F = 400\,000y - 3\,200\,000$$

Lucros provenientes  
da produção anual  
de eletricidade.

Custos de  
construção da  
usina eólica.

De acordo com a fórmula do prefeito, qual é o número mínimo de anos de funcionamento necessário para cobrir todos os custos de construção dessa usina eólica?

- A 6 anos.
- B 8 anos.
- C 10 anos.
- D 12 anos.

Figura 4.8: Questão - Conceito do Pensamento Computacional Abstração.

Extraída de PISA [35].

#### Afirmações:

- Zedlópolis pretende calcular os custos e os lucros gerados pela construção da usina eólica.
- O prefeito de Zedlópolis propõe a fórmula.

$$F = 400.000y - 3.200.000$$

#### Variáveis:

Lucro da produção anual de eletricidade:  $l = 400.000$ .

Custo da construção da usina eólica:  $c = 3.200.000$ .

2º Etapa: Analisar os objetos matemáticos

O número de anos necessários para se obter vantagens financeiras na construção da usina eólica é obtida por meio da resolução da equação proposta no problema.

3º Etapa: Aplicar os dados encontrados na fórmula fornecida

Vamos aplicar os valores coletados na fórmula a fim de solucionarmos a questão.

$$F = 400.000y - 3.200.000 \Leftrightarrow 400.000y = 3.200.000 \Leftrightarrow y = \frac{3.200.000}{400.000} \Leftrightarrow y = 8$$

#### 4.1.6 Algoritmos e Procedimentos

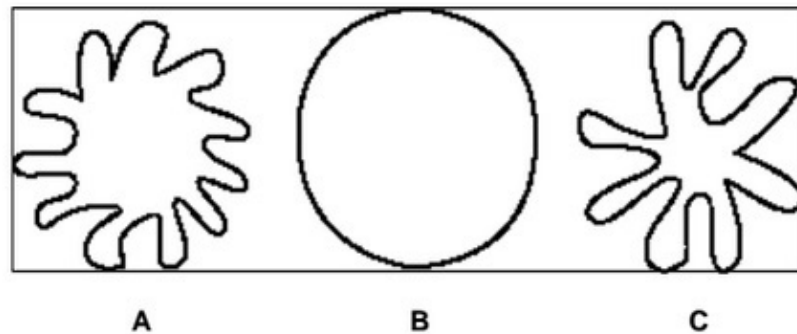
Os algoritmos e procedimentos são o conjunto de passos ordenados tomados para resolver um problema ou atingir algum fim. Na computação, este conceito é amplamente utilizado na resolução de problemas computacionais específicos mediante a transformação de entradas em saídas. Na matemática os algoritmos e procedimentos contribuem para sistematização das soluções dos problemas, por meio de uma série de passos bem definidos que devem ser seguidos para alcançar a solução desejada[10].

#### Habilidades Desenvolvidas

De acordo com o nível de letramento em matemática definido pelo PISA [36] os alunos ao terminarem o ensino fundamental devem ser capazes de compreender e utilizar constructos formais, baseados em definições, regras e sistemas formais. Além disso, eles devem delinear ou utilizar algoritmos com esses conceitos. A utilização de algoritmos e procedimentos proporciona aos alunos o desenvolvimento de habilidades que vão além da matemática, a leitura, interpretação de textos e decodificação de situações-problemas para modelos matemáticos são amplamente estimuladas (nossa contribuição).

#### Exemplo

Na questão Formas, temos:

**FORMAS - TEXTO 1****FORMAS QUESTÃO 2**

Descreva um método para determinar a área da figura C.

Figura 4.9: Questão - Conceito do Pensamento Computacional Algoritmo & Procedimentos.  
Extraída de PISA [34].

O objetivo da questão é avaliar a capacidade do aluno para esboçar estratégias para medir áreas irregulares [34]. Então, estas estratégias poderão ser descritas na forma de algoritmos, onde o aluno descreverá o método utilizado para medir a área da figura. A medida que o aluno elabora o seu algoritmo, os conceitos de análise de dados e abstração são utilizados.

**Resolvendo a Questão**

1º Etapa: Interpretar as afirmações, restrições, identificar as variáveis e seus valores

Afirmação:

- Descrever um método para determinar a área da figura C.

2º Etapa: Analisar os objetos matemáticos

A figura C possui uma área irregular. Uma forma de calcularmos a sua área, é transpor a figura sobre um papel quadriculado.

3º Etapa: Descrever os passos utilizados para determinar a área da figura.

Podemos determinar a área da figura C, seguindo os passos descritos a seguir:

1 Passo: Desenhar uma grade de quadrados sobre a figura.

2 Passo: Contar o número de quadrados que estão mais da metade preenchidos pela figura.

### 4.1.7 Automação

A automação é um conceito computacional que está relacionado ao uso de ferramentas computacionais. Na computação a automação é utilizada para realizar tarefas repetitivas, tediosas ou que exigem um grande esforço mecânico [10]. A utilização dos computadores tem proporcionado maior agilidade na execução destas tarefas. Na matemática a automação está relacionada à execução dos cálculos ou coleta de valores por meio de instrumentos de medição. A utilização de ferramentas matemáticas como computadores, calculadoras, medidores para realizar cálculos grandes e complexos que exigem do aluno esforço mecânico é recomendado pelo PISA.

#### Habilidades Desenvolvidas

A automação pode ser explorada por meio de simulações, jogos, softwares educativos, robótica, ou simplesmente pelo uso de calculadoras. Por meio da automação, os alunos são estimulados a conhecerem e desenvolverem aptidões para lidar com estas ferramentas no seu cotidiano.

#### Exemplo

No problema Tocadores de MP3:

O objetivo é identificar qual foi o motivo que gerou o erro no resultado da soma de três números [35] em uma calculadora. O problema está inserido num contexto familiar e o intuito é avaliar o procedimento adotado para realizar a soma de três números em uma calculadora. Nessa questão, o PISA avalia o conhecimento que o aluno tem acerca da utilização da calculadora, evidenciando a importância desta ferramenta para matemática.

#### Resolvendo a Questão

1º Etapa: Interpretar as afirmações, restrições, identificar as variáveis e seus valores

##### Afirmações:

- Olívia somou o preço do tocador de MP3, fone de ouvido e dois alto-falantes.
- Ela usou uma calculadora.

##### Variáveis:

TOCADORES DE MP3		
Cidade da Música, especialista em MP3		
<p><b>Tocador de MP3</b></p>  <p><b>155 zeds</b></p>	<p><b>Fone de ouvido</b></p>  <p><b>86 zeds</b></p>	<p><b>Alto-falantes</b></p>  <p><b>79 zeds</b></p>

### Questão 2: TOCADORES DE MP3

Olívia somou o preço do tocador de MP3, do fone de ouvido e dos alto-falantes com a ajuda de sua calculadora.

Ela obteve o resultado de 248.



O resultado obtido por Olívia está errado. Qual dos seguintes erros ela cometeu?

- A Ela somou um dos preços duas vezes.
- B Ela se esqueceu de contar um dos três preços.
- C Ela omitiu o último número de um dos preços.
- D Ela subtraiu um dos preços em vez de somar.

Figura 4.10: Questão - Conceito do Pensamento Computacional Automação.

Extraída de PISA [35].

Preço:  $p$ . Valor total:  $vt$ .

Alternativas:

- A1 - Ela somou um dos preços duas vezes.
- A2 - Ela se esqueceu de contar um dos preços.
- A3 - Ela omitiu o último número de um dos preços.
- A4 - Ela subtraiu um dos preços em vez de somar.

2º Etapa: Analisar os objetos matemáticos

Inicialmente coletamos os preços de cada equipamento (tocador de MP3, fone de ouvido, alto-falantes) e em seguida, efetuamos as operações descritas nas alternativas.

Valores possíveis em cada alternativa.

$$A1 - 155 + 155 + 86 + 79 = 475$$

$$A1 - 155 + 86 + 86 + 79 = 406$$

$$A1 - 155 + 86 + 79 + 79 = 399$$

$$A2 - 86 + 79 = 165$$

$$A2 - 155 + 86 = 241$$

$$A2 - 155 + 79 = 234$$

$$A3 - 155 + 86 + 7 = 248$$

$$A3 - 155 + 8 + 79 = 242$$

$$A3 - 15 + 86 + 79 = 180$$

$$A4 - 155 + 86 - 79 = 162$$

$$A4 - 155 - 86 + 79 = 148$$

3º Etapa: Avaliando o uso de ferramentas matemáticas

Após realizarmos as operações descritas nas alternativas, percebemos que Olívia ao manusear a calculadora omitiu o último número do preço dos alto-falantes.

#### 4.1.8 Paralelização

As tarefas executadas por um computador podem ser divididas em pequenas partes, que podem ser executadas em paralelo (simultaneamente). A paralelização, no contexto computacional, pode ser entendida como o processo de organização de recursos para realizar tarefas em paralelo visando alcançar um objetivo comum. Na matemática a paralelização está relacionada com a fragmentação dos problemas em blocos menores que possam ser calculados, ou seja, a divisão de um problema complexo em blocos elementares calculáveis [10]. Esses blocos consistem em operações ou equações de baixa complexidade que, em alguns casos, podem ser resolvidas simultaneamente, pois o resultado de uma operação pode gerar o resultado de outra.

#### Habilidades Desenvolvidas

O conceito paralelização, assim como os demais conceitos do Pensamento Computacional, contribui para o desenvolvimento da leitura e interpretação de afirmações. Além disso, os

alunos ao se depararem com o problema são estimulados a utilizarem o processo de "matematização", por meio da identificação das atividades matemáticas elementares envolvidas.

### Exemplo

No exemplo A Venda de Jornais:

O aluno é desafiado a analisar os modelos matemáticos de duas relações lineares representadas nos gráficos. Para alcançar a solução do problema o aluno deverá coletar os dados e analisar, em paralelo, as duas relações lineares.

#### Resolvendo a Questão

1º Etapa: Interpretar as afirmações, restrições, identificar as variáveis e seus valores

##### Afirmações:

- Estrela de Zedlândia - Paga 0,20 zeds por jornal para os primeiros 240 jornais.
- Estrela de Zedlândia - Paga 0,40 zeds para os jornais adicionais vendidos.
- Diário de Zedlândia - Paga valor fixo de 60 zeds por semana.
- Diário de Zedlândia - Paga 0,05 por jornal vendido.
- João terá que escolher um dos jornais.

##### Variáveis:

Valor pago por Número de Jornais Vendidos:  $vnv$

Número de Jornais:  $nj$

Valor Fixo Pago ao Vendedor:  $vf$

Número de Jornais Vendidos:  $njv$

2º Etapa: Analisar os objetos matemáticos

De acordo com os dados extraídos da Figura 4.11 percebemos que inicialmente (sem considerar o número de jornais vendidos) o valor pago semanalmente pelo Diário de Zedlândia é maior do que o valor pago pela Estrela de Zedlândia. No entanto, se o número de jornais vendidos for grande, a Estrela de Zedlândia pagará um valor maior do que Diário de Zedlândia.

3º Etapa: Resolvendo o problema paralelamente



## A VENDA DE JORNAIS

Em Zedlândia, existem dois jornais que tentam recrutar vendedores. Os anúncios abaixo mostram como eles pagam seus vendedores.

**ESTRELA DE ZEDLÂNDIA**

**PRECISA DE DINHEIRO EXTRA?**

**VENDA NOSSO JORNAL**

Você será pago:  
0,20 zeds por jornal para os primeiros 240 jornais que você vender na semana, mais 0,40 zeds para cada jornal adicional vendido.

**DIÁRIO DE ZEDLÂNDIA**

**MUITO DINHEIRO**

**POUCO TEMPO!**

Venda o *Diário de Zedlândia* e ganhe 60 zeds por semana, mais um adicional de 0,05 zeds por jornal que você vender.

### Questão 3: A VENDA DE JORNAIS

João decide se candidatar a uma vaga de vendedor. Ele precisa escolher entre o *Estrela de Zedlândia* e o *Diário de Zedlândia*.

Qual dos gráficos a seguir é uma representação correta de como os dois jornais pagam seus vendedores? Circule A, B, C ou D.

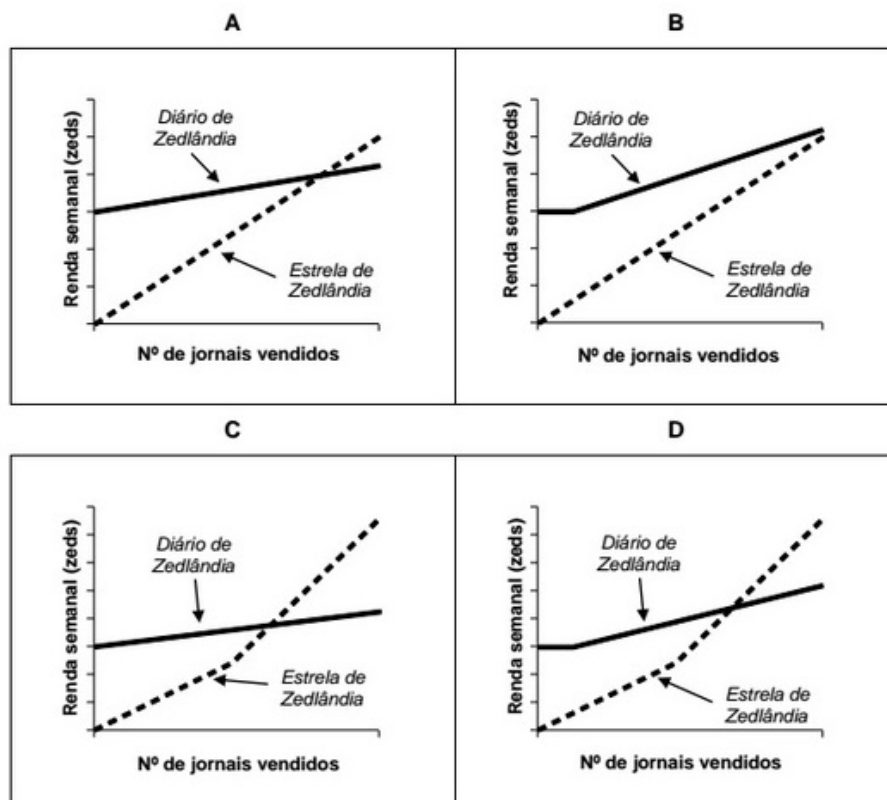


Figura 4.11: Questão - Conceito do Pensamento Computacional Paralelização.

Extraída de PISA [35].

Vamos representar as situações descritas na etapa anterior.

Inicialmente vamos representar (gráfico 4.12) os valores pagos semanalmente pelo jornal Estrela de Zedlândia.

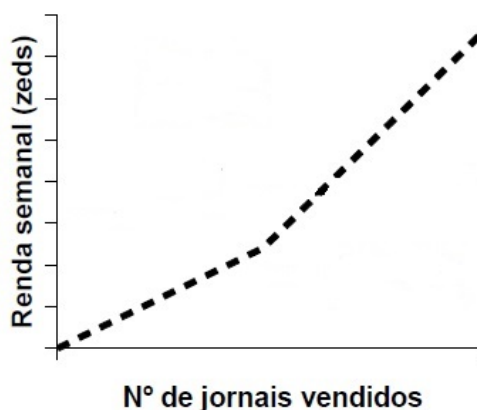


Figura 4.12: Resolução da Questão Paralelização - Parcial.

Extraída de PISA [35].

O valor pago ao vendedor é diretamente influenciado pelo número de jornais vendidos. Além disso, após 240 jornais vendidos o valor pago tem um crescimento mais acentuado.

Já no caso do Diário de Zedlândia, gráfico 4.13, temos um valor inicial (60zeds) pagos independente do número de jornais vendidos e este valor aumenta de acordo com o número de jornais vendidos. No entanto, esse crescimento é moderado devido ao valor que é pago (0,05zeds) pelo jornal vendido.

Portanto, considerando as análises das vendas dos dois jornais, podemos representar a venda dos dois jornais, conforme apresentado no gráfico 4.14.

#### 4.1.9 Simulação

A simulação envolve a representação ou um modelo de um processo. Situações do cotidiano podem ser experimentadas por meio da simulação destes modelos. Para a matemática a simulação tem uma significativa relevância, pois variáveis podem ser manipuladas, através da alteração dos seus valores, visando obter novos resultados e inferir outras conclusões.

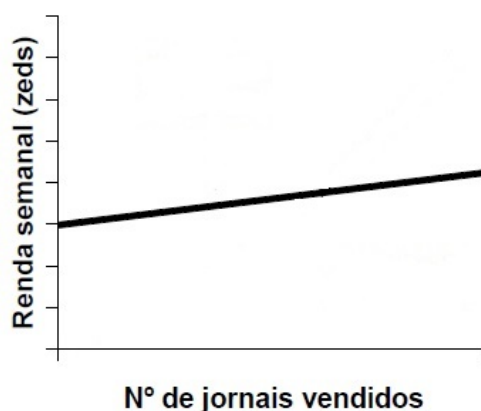


Figura 4.13: Resolução da Questão Paralelização - Parcial.

Extraída de PISA [35].

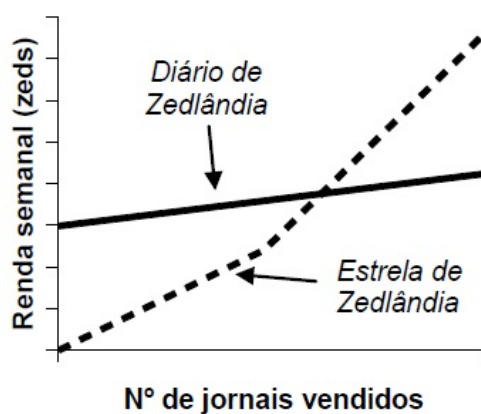


Figura 4.14: Resolução da Questão Paralelização - Final.


Extraída de PISA [35].

### Habilidades Desenvolvidas

Mediante a simulação, os alunos são capazes de interpretar ou avaliar resultados obtidos em modelos matemáticos que simulam problemas originais. A capacidade de estruturar, conceituar, fazer suposições e/ou formular um modelo matemático também é estimulada no processo de simulação.

**VAZÃO DE UMA PERFUSÃO**

Perfusões (ou gotas intravenosas) são usadas para administrar fluidos e medicamentos no organismo de pacientes.



Os enfermeiros precisam calcular a vazão de uma perfusão  $D$ , em gotas por minuto.

Eles usam a fórmula  $D = \frac{dv}{60n}$  onde:

- $d$  é o fator de gotejamento medido em gotas por mililitro (ml);
- $v$  é o volume em ml da perfusão;
- $n$  é o número de horas em que a perfusão deve ocorrer.

**Questão 3: VAZÃO DE UMA PERFUSÃO**

Os enfermeiros também precisam calcular o volume da perfusão  $v$ , em função da vazão da perfusão  $D$ .

Uma perfusão com uma vazão de 50 gotas por minuto tem que ser administrada a um paciente durante 3 horas. Nessa perfusão, o fator de gotejamento é de 25 gotas por mililitro.

Qual é o volume em ml da perfusão?

Figura 4.15: Questão - Conceito do Pensamento Computacional Simulação.

Extraída de PISA [35].

### Exemplo

O objetivo deste problema é avaliar a capacidade dos alunos em transpor uma equação e substituir dois valores [11]. As habilidades avaliadas neste problema estão relacionadas com o conceito de simulação, pois o aluno é estimulado a testar novos resultados encontrando diferentes situações à medida que altera o valor de duas variáveis.

#### Resolvendo a Questão

1º Etapa: Interpretar as afirmações, restrições, identificar as variáveis e seus valores

Afirmações:

- A fórmula para calcular a vazão de perfusão em gotas por minuto é dada por  $D$ .

$$D = \frac{dv}{60n}$$

$d$  é o fator de gotejamento em gotas por mililitro (ml);

$v$  é o volume em ml da perfusão;

$n$  é o número de horas da perfusão.

- O enfermeiro quer calcular o volume da perfusão, em função da vazão da perfusão ( $D$ ).

Variáveis:

$D, d, v$  e  $n$ .

2º Etapa: Analisar os objetos matemáticos

Como descrito na fórmula a vazão de um perfusão é definida por três variáveis ( $d, v, n$ ).

Então, para resolvermos o problema teremos que substituir os valores encontrados pelas as variáveis da fórmula e transpor a equação.

3º Etapa: Transpor a equação e substituir os valores fornecidos.

Vamos simular a resolução da questão, atribuindo os valores fornecidos.

Se  $D = 50$  gotas/minuto,  $d = 25$  ml e  $n = 3$  h então:

$$50 = \frac{25 * v}{60 * 3} \Leftrightarrow 25v = 60 * 3 * 50 \Leftrightarrow v = \frac{60 * 3 * 50}{25} \Leftrightarrow v = 360$$

## 4.2 Avaliação do Mapeamento

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos após a avaliação da relação entre o PC e a matemática. O objetivo é investigar o nível de adequação desta relação de acordo com a opinião de profissionais da área de computação. Para tanto, elaboramos um questionário<sup>1</sup> contendo os nove Conceitos e Capacidades do PC utilizados neste estudo e o conjunto das sete Capacidades Fundamentais da Matemática definidos no nível de letramento do PISA.

Este questionário foi submetido a três grupos de profissionais, entre eles, alunos de um Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, egressos e professores de um curso de Graduação em Licenciatura em Computação da Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Foram coletadas 42 respostas,

<sup>1</sup>O questionário encontra-se disponível no Apêndice A.

as quais foram analisadas e catalogadas de acordo com os perfis dos profissionais<sup>2</sup>. O primeiro perfil foi composto de 10 profissionais graduados. Para o segundo perfil consideramos 27 participantes que possuíam a titulação de mestre. O terceiro, e último perfil, envolveu a participação de 5 doutores. É importante ressaltar que esta é uma avaliação preliminar, onde apenas profissionais da computação analisaram o mapeamento. Para aumentarmos a validade do nosso estudo será necessária a avaliação do mapeamento por parte dos docentes e/ou pesquisadores de matemática. Este tópico será abordado no Capítulo 6 na Seção de Trabalhos Futuros.

### 4.2.1 Resultados: Graduados, Mestres e Doutores

Os nove conceitos do PC utilizados nesta pesquisa foram relacionados a alguma capacidade da matemática. Para minimizar as distorções dos resultados devido ao desbalanceamento do número de participantes em cada perfil, consideramos a proporcionalidade das respostas. Um teste de igualdade de proporções (prop.test) foi conduzido a fim de verificar se existem diferenças significativas entre as respostas coletadas em cada perfil, ou seja, verificamos se a titulação dos profissionais impactaram na sua percepção acerca da aplicação do PC na Matemática. O teste foi realizado da seguinte forma: para cada conceito relacionado ao PC comparamos os percentuais das respostas nos três perfis. Para os itens do questionário relatamos o percentual por perfil e o *p-value*, o nível de confiança adotado foi de 95%. Um *p-value* superior a 0,05 indica que não há divergência significativa na opinião dos profissionais. Para fins didáticos, os resultados serão apresentados por conceitos do PC.

### Coleta de Dados

A coleta de dados estimula a leitura e interpretação de situações-problemas fator indispensável para a resolução de problemas. O percentual de profissionais que relacionaram a Coleta de Dados à Comunicação foi relativamente elevado, isto implica que os profissionais consideram a verbalização de ideias e interpretação dos problemas importante para resolução de problemas.

A tabela 4.3 indica que não houve mudanças significativas nas opiniões dos 3 perfis

---

<sup>2</sup>Os perfis foram definidos considerando a titulação dos profissionais (e.g. graduados, mestres e doutores).

Tabela 4.3: Conceitos do PC - Coleta de Dados

<b>Capacidade Fundamental da Matemática</b>	<b>% Graduados</b>	<b>% Mestres</b>	<b>% Doutores</b>	<b>% Todos</b>	<b>p-value</b>
1) Comunicação	80%	74%	80%	76%	0.91
2) "Matematização"	20%	19%	60%	24%	0.13
3) Representação	50%	59%	60%	57%	0.87
4) Raciocínio e Argumentação	20%	22%	0%	19%	0.51
5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas	10%	30%	20%	24%	0.45
6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações	20%	26%	60%	29%	0.24
7) Utilização de Ferramentas Matemáticas	20%	19%	40%	21%	0.56

quando relacionado o conceito do PC Coleta de Dados às Capacidades Fundamentais da Matemática. No entanto, algumas divergências foram identificadas nas capacidades da matemática 2 e 6 (matematização e utilização de linguagem simbólica, formal e técnica e de operações). Apenas o perfil de doutores (mais de 50% dos profissionais) relacionaram estas capacidades ao conceito Coleta de Dados. Um dos fatores que pode ter influenciado na avaliação dos doutores é o fato destas duas capacidades estarem associadas à fase de transposição do problema para um processo matemático, tais como, construção de equações, utilização de fórmulas e operações, onde a captura dos dados relevantes é um fator indispensável.

### **Análise de Dados**

A Análise de Dados envolve a estruturação de ideias que serão utilizadas na solução do problema, além de participar da construção de justificativas ou suposições acerca da solução encontrada. De acordo com os perfis, a Análise de Dados está fortemente relacionada à capacidade de Raciocínio e Argumentação conforme descrito na tabela 4.4.

A maioria dos profissionais (mais de 50%) relacionaram a Análise de Dados à capacidade

de Representação. Acreditamos que, motivados pela definição desta capacidade, que envolve entre outros fatores, a interpretação de figuras ou objetos matemáticos 90% dos profissionais graduados consideraram esta relação válida. De acordo com a maioria dos avaliadores o conceito Análise de Dados não está associado a capacidade matemática de "Matematização". Este resultado diverge do estudo realizado, pois a Análise de Dados contribui de forma efetiva para a construção de modelos matemáticos.

Tabela 4.4: Conceito do PC - Análise de Dados

<b>Capacidade Fundamental da Matemática</b>	<b>% Graduados</b>	<b>% Mestres</b>	<b>% Doutores</b>	<b>% Todos</b>	<b>p-value</b>
1) Comunicação	30%	41%	40%	38%	0.83
2) "Matematização"	50%	52%	40%	50%	0.89
3) Representação	90%	56%	60%	64%	0.15
4) Raciocínio e Argumentação	90%	85%	80%	86%	0.87
5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas	30%	48%	60%	45%	0.48
6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações	40%	59%	60%	55%	0.56
7) Utilização de Ferramentas Matemáticas	60%	48%	60%	52%	0.76

### Representação de Dados

Conforme a Tabela 4.5, para 100% dos profissionais graduados e mestres, a Representação de Dados está associada à capacidade de Representação. Note que, apesar dos três perfis terem considerado esta relação como válida, o teste estatístico apresentou um *p-value* menor que 0,05%, esse fato pode ser justificado pelo comprometimento da eficácia do teste, pois são proporções estão muito próximas de 100%. A relação entre o conceito Representação de Dados e a capacidade matemática Representação corrobora com as expectativas apresentadas no mapeamento, e tal afirmação é justificada pelo fato das duas capacidades abordarem o



mesmo tema que é a seleção, análise e interpretação de figuras ou objetos matemáticos. A Representação de Dados envolve ainda, formas diversificadas de comunicação por meio de artefatos que simbolizam a solução do problema.

Os percentuais de mestre e doutores que relacionaram a Representação de Dados a capacidade de Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações revelam que, estes profissionais consideraram a interpretação de representações uma habilidade colaboradora para construção de expressões simbólicas no contexto da matemática.

Tabela 4.5: Conceito do PC - Representação de Dados

<b>Capacidade Fundamental da Matemática</b>	<b>% Graduados</b>	<b>% Mestres</b>	<b>% Doutores</b>	<b>% Todos</b>	<b>p-value</b>
1) Comunicação	10%	26%	20%	21%	0.58
2) "Matematização"	30%	30%	20%	29%	0.90
3) Representação	100%	100%	80%	98%	0.02
4) Raciocínio e Argumentação	30%	30%	0%	26%	0.37
5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas	30%	30%	0%	26%	0.37
6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações	50%	81%	80%	74%	0.15
7) Utilização de Ferramentas Matemáticas	20%	41%	20%	33%	0.39

### Decomposição de Problemas

O conceito do PC Decomposição de Problemas possuiu a avaliação mais discrepante entre todos os conceitos analisados. Pouco mais de 40% dos profissionais graduados e mestres relacionaram a Decomposição de Problemas à "Matematização", no entanto, 80% dos doutores identificaram esta relação. Este resultado revela que para maioria dos profissionais graduados e mestres as definições de "Matematização" e Decomposição de Problemas não estão claras. Na "Matematização", os alunos utilizam suas habilidades para transpor o pro-

blema por meio de interpretação e construir as expressões matemáticas adequadas, que em alguns casos, podem ser complexas. Para tanto, a Decomposição de Problemas auxilia neste processo, fornecendo aos alunos capacidades para fragmentação de premissas, variáveis e expressões complexas em elementares.

Observamos ainda, que houve uma considerável divergência nas avaliações dos perfis quanto à associação da Decomposição de Problemas com as capacidades de Representação e Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações. Para maioria dos doutores, a Decomposição de Problemas pode contribuir para o desenvolvimento destas capacidades, no entanto, os profissionais graduados e mestres não declararam como relações relevantes. Apesar dos avanços para construção de uma definição do PC que possa ser compreendida por todos, percebemos que alguns dos seus conceitos ainda são muitos subjetivos dificultando sua integração com outras áreas do conhecimento.

Tabela 4.6: Conceito do PC - Decomposição de Problemas

<b>Capacidade Fundamental da Matemática</b>	<b>% Graduados</b>	<b>% Mestres</b>	<b>% Doutores</b>	<b>% Todos</b>	<b>p-value</b>
1) Comunicação	40%	30%	0%	29%	0.26
2) "Matematização"	40%	44%	80%	48%	0.29
3) Representação	20%	22%	60%	26%	0.18
4) Raciocínio e Argumentação	60%	59%	80%	62%	0.67
5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas	30%	89%	60%	71%	0.002
6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações	30%	26%	80%	33%	0.06
7) Utilização de Ferramentas Matemáticas	30%	30%	40%	31%	0.89

### Abstração

A interpretação das situações-problema obtendo a ideia principal é a primeira etapa para resolução de um problema. Os alunos devem ser capazes de identificar o contexto no qual o problema está inserido e extrair suas premissas e variáveis utilizando a sua capacidade de abstração. Diante desta perspectiva, mais de 70% dos profissionais relacionaram o conceito Abstração com a capacidade de "Matematização". Os profissionais graduados associaram este conceito à capacidade matemática de Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações.

Tabela 4.7: Conceito do PC - Abstração

<b>Capacidade Fundamental da Matemática</b>	<b>% Graduados</b>	<b>% Mestres</b>	<b>% Doutores</b>	<b>% Todos</b>	<b>p-value</b>
1) Comunicação	50%	37%	20%	38%	0.52
2) "Matematização"	70%	74%	80%	74%	0.92
3) Representação	50%	59%	60%	57%	0.87
4) Raciocínio e Argumentação	50%	67%	40%	60%	0.42
5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas	20%	44%	60%	40%	0.26
6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações	70%	44%	40%	50%	0.34
7) Utilização de Ferramentas Matemáticas	20%	11%	40%	17%	0.27

### Algoritmos e Procedimentos

A sistematização de um conjunto de passos diminuindo possíveis ambiguidades é um fator importante para diversas ciências, incluindo a matemática. No nível de letramento definido pelo PISA, os alunos são avaliados quanto a sua capacidade de criar e/ou utilizar algoritmos para solucionarem os problemas.

Considerando os resultados dos três perfis, percebe-se que ocorreram divergências nas

avaliações para o conceito do PC Algoritmos e Procedimentos. Estas divergências mostram a dificuldade que os participantes tiveram ao analisarem o conceito no contexto da Matemática. Os resultados apontam que para 50% dos graduados, os Algoritmos e Procedimentos estão relacionados com a "Matematização" e Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas. Enquanto que para mais de 50% dos mestres, as capacidades de "Matematização", Raciocínio e a Argumentação e Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações estão envolvidos no processo de construção ou utilização de algoritmos. Os doutores, além das capacidades já mencionadas, relacionaram os Algoritmos e Procedimentos a capacidade de Representação.

Tabela 4.8: Conceito do PC - Algoritmos e Procedimentos

<b>Capacidade Fundamental da Matemática</b>	<b>% Graduados</b>	<b>% Mestres</b>	<b>% Doutores</b>	<b>% Todos</b>	<b>p-value</b>
1) Comunicação	20%	26%	20%	24%	0.91
2) "Matematização"	50%	52%	80%	55%	0.48
3) Representação	30%	41%	80%	43%	0.17
4) Raciocínio e Argumentação	40%	67%	100%	64%	0.07
5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas	50%	93%	60%	79%	0.01
6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações	40%	59%	60%	55%	0.56
7) Utilização de Ferramentas Matemáticas	30%	33%	40%	33%	0.93

### Automação

A necessidade de se analisar grande volumes de dados faz com que o processo de Automação torne-se imprescindível para educação. O PISA ressalta que os alunos ao término do ensino fundamental devem ser capaz de compreender e utilizar as ferramentas matemáticas, na resolução de cálculos complexos. Atendendo a esta expectativa, o conceito do PC Automação

contribui de forma significativa para o desenvolvimento desta capacidade matemática, já que a automação é explorada por meio do uso de jogos, simulações, softwares educacionais e o uso de calculadoras.

Apesar da Automação ter sido relacionada a outras capacidades da matemática, os participantes dos três perfis associaram a Automação à Utilização de Ferramentas Matemáticas.

Tabela 4.9: Conceito do PC - Automação

<b>Capacidade Fundamental da Matemática</b>	<b>% Graduados</b>	<b>% Mestres</b>	<b>% Doutores</b>	<b>% Todos</b>	<b>p-value</b>
1) Comunicação	0%	22%	20%	17%	0.27
2) "Matematização"	30%	22%	40%	26%	0.67
3) Representação	20%	11%	60%	19%	0.04
4) Raciocínio e Argumentação	20%	30%	60%	31%	0.28
5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas	30%	56%	80%	52%	0.16
6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações	40%	41%	60%	43%	0.71
7) Utilização de Ferramentas Matemáticas	60%	89%	80%	81%	0.14

### Paralelização

A tabela 4.10 ilustra que 80% dos profissionais graduados relacionaram o conceito do PC Paralelização à Utilização de Ferramentas Matemáticas. Além disso, 70% destes participantes associaram a paralelização ao Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas e 60% a "Matematização".

Como mencionado, a Paralelização envolve a fragmentação dos problemas em blocos calculáveis de baixa complexidade característica do processo de "Matematização". Considerando que os problemas matemáticos resolvidos nas salas de aula e/ou extraclasse utilizam ferramentas matemáticas, a Paralelização pode ser explorada por meio do uso destas ferra-

mentas.

Tabela 4.10: Conceito do PC - Paralelização

<b>Capacidade Fundamental da Matemática</b>	<b>% Graduados</b>	<b>% Mestres</b>	<b>% Doutores</b>	<b>% Todos</b>	<b>p-value</b>
1) Comunicação	30%	26%	20%	26%	0.92
2) "Matematização"	60%	30%	60%	40%	0.16
3) Representação	20%	19%	20%	19%	0.99
4) Raciocínio e Argumentação	50%	48%	60%	50%	0.89
5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas	70%	85%	80%	81%	0.58
6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações	20%	33%	60%	33%	0.30
7) Utilização de Ferramentas Matemáticas	80%	48%	40%	55%	0.17

### Simulação

O último conceito do PC avaliado neste estudo foi a Simulação. Segundo os três perfis de profissionais, a Simulação está significativamente associada às capacidades da matemática Utilização de Ferramentas Matemáticas, Representação e Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações.

No entanto, diante do estudo desenvolvido acredita-se que esse conceito está diretamente relacionado ao processo de Raciocínio e Argumentação<sup>3</sup>, pois por meio das simulações os alunos são estimulados a fazerem inferências obtendo novos resultados e gerando novas conclusões.

<sup>3</sup>Apenas 20% dos graduados associaram o conceito Simulação a capacidade matemática de Raciocínio e Argumentação

Tabela 4.11: Conceito do PC - Simulação

<b>Capacidade Fundamental da Matemática</b>	<b>% Graduados</b>	<b>% Mestres</b>	<b>% Doutores</b>	<b>% Todos</b>	<b>p-value</b>
1) Comunicação	30%	19%	40%	24%	0.51
2) "Matematização"	50%	48%	60%	50%	0.89
3) Representação	60%	70%	60%	67%	0.79
4) Raciocínio e Argumentação	20%	44%	40%	38%	0.40
5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas	50%	48%	20%	45%	0.48
6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações	60%	59%	60%	60%	1.00
7) Utilização de Ferramentas Matemáticas	70%	70%	60%	69%	0.90

### 4.2.2 Discussão

O PC é composto por uma gama de pensamentos, tais como o algorítmico, sistemático, lógico e matemática, os quais foram incorporados de outras ciências, característica que favorece a sua integração com as disciplinas do currículo.

De acordo com Jenkins et.al.[28], o PC pode ser facilmente integrado à educação matemática, por meio da programação ou uso de ferramentas computacionais. No entanto, ao considerarmos a essência do PC, que são seus conceitos e capacidades, pouco se sabe acerca da sua contribuição para o aprimoramento das habilidades dos alunos nesta disciplina.

Neste estudo analisamos as habilidades estimuladas pelo PC e verificamos se há relação dos seus conceitos com as capacidades fundamentais da matemática. Os resultados indicam que o PC atua em todas as áreas da matemática, no entanto, estes conceitos agem sobre diferentes perspectivas. A Decomposição de Problemas, Abstração e Algoritmos e Procedimentos contribui de forma efetiva para o desenvolvimento do pensamento sistemático e algorítmico estimulando habilidades relacionadas à reflexão e formulações de soluções que estão delineadas com base nos conceitos matemáticos adquiridos durante a formação do

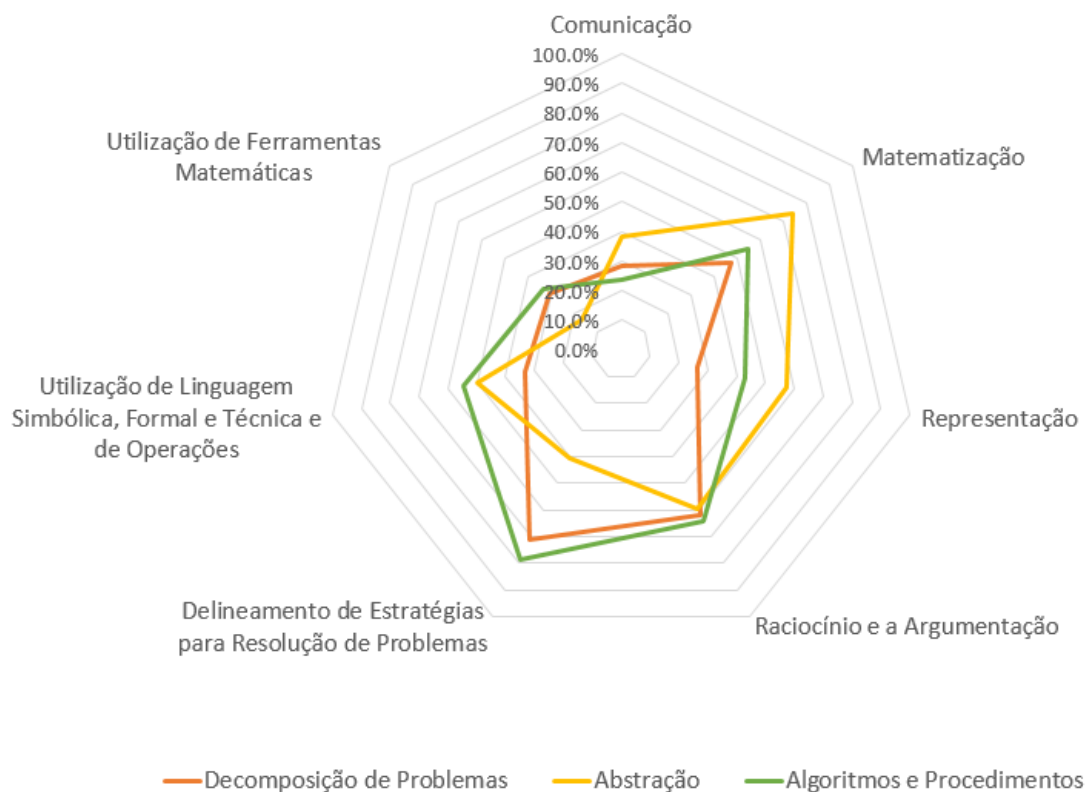


Figura 4.16: Relação dos Conceitos Decomposição de Problemas, Abstração e Algoritmos e Procedimentos com as Capacidades Matemáticas.

aluno, este resultado pode ser observado no gráfico da Figura 4.16. Assim, compreendemos que estes conceitos estão fortemente relacionados à matemática.

Os conceitos Coleta e Representação de Dados atuam em uma área específica da matemática. Apesar das relevantes contribuições destes conceitos para identificação e representação de artefatos matemáticos desenvolvendo a capacidade de comunicação dos alunos e melhorando sua forma de expressão. Conforme o gráfico da Figura 4.17, estes conceitos se relacionam a um número menor de capacidades, sendo portanto, sua relação com a matemática moderada.

A contribuição da Automação, Paralelização e Simulação é evidenciada na resolução de cálculos complexos que exigem um grande esforço mecânico. Estes conceitos estão relacionados à automação dos processos matemáticos por meio da Utilização de Ferramentas Matemáticas.

De acordo com o gráfico da Figura 4.19, o conceito Análise de Dados tem uma forte relação com a matemática, pois atua em todas as capacidades matemáticas, sendo a sua maior



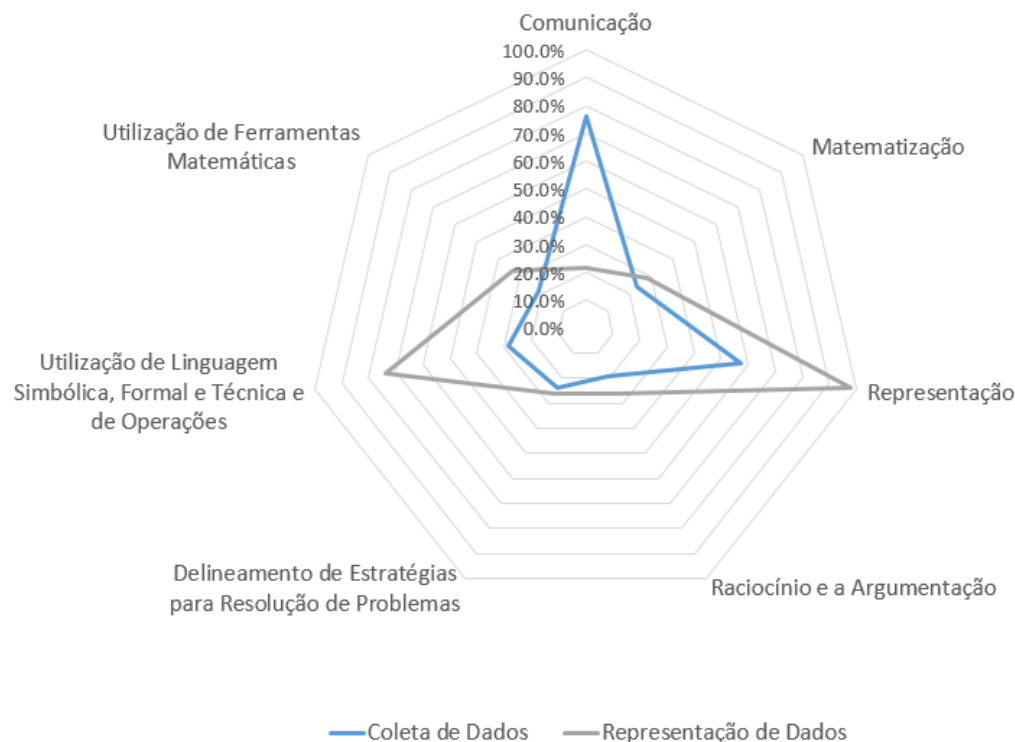


Figura 4.17: Relação dos Conceitos Coleta e Representação de Dados com as Capacidades Matemáticas.

contribuição no desenvolvimento do Raciocínio e Argumentação. Este resultado, ressalta a multidisciplinaridade do PC que incorpora em suas definições saberes de diversas ciências, tal como os da matemática.

É importante ressaltarmos que algumas avaliações não ocorreram na direção esperada. A opinião dos profissionais, acerca da relação do conceito Decomposição de Problemas e a Matemática evidencia a dificuldade na associação destas áreas. A maioria dos profissionais graduados e mestres não relacionaram a Decomposição de Problemas a capacidades chave, tais como a "Matematização" e Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações. Outro exemplo das divergências encontradas nas avaliações foi observada no conceito Abstração que não obteve uma boa avaliação com a capacidade de Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas.

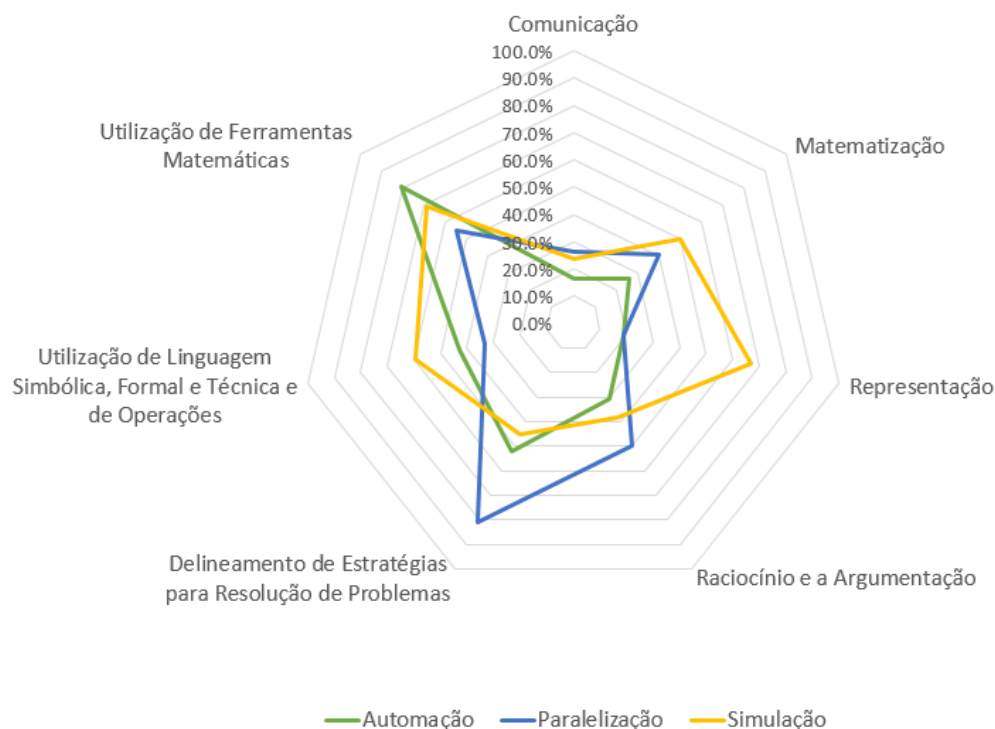


Figura 4.18: Relação dos Conceitos Automação, Paralelização e Simulação com as Capacidades Matemáticas.

### 4.3 Considerações Finais

Visto que o PC auxilia no processo de resolução de problemas neste capítulo foi apresentado um mapeamento dos conceitos do PC e as Capacidades Fundamentais da Matemática definidas pelo PISA, no contexto das atividades. O mapeamento apresentado neste trabalho, utiliza um conjunto de conceitos e capacidades para avaliação dos problemas de matemática em relação ao PC. Estes conceitos foram extraídos do trabalho do CSTA e ISTE [10]. (A sugestão de professor Ecivaldo já está especificada nos trabalhos futuros)

O mapeamento foi validado por meio do julgamento de especialistas em Ciência da Computação. Um questionário foi respondido por 42 profissionais que avaliaram o nível de adequação das relações entre o PC e a matemática propostas neste mapeamento. No entanto, uma das limitações deste estudo é a ausência da validação do mapeamento por docentes da Matemática, sendo portanto esta avaliação uma importante contribuição futura para consolidação da pesquisa apresentada nesta dissertação. (Acredito que o comentário dele já está contemplado neste parágrafo).

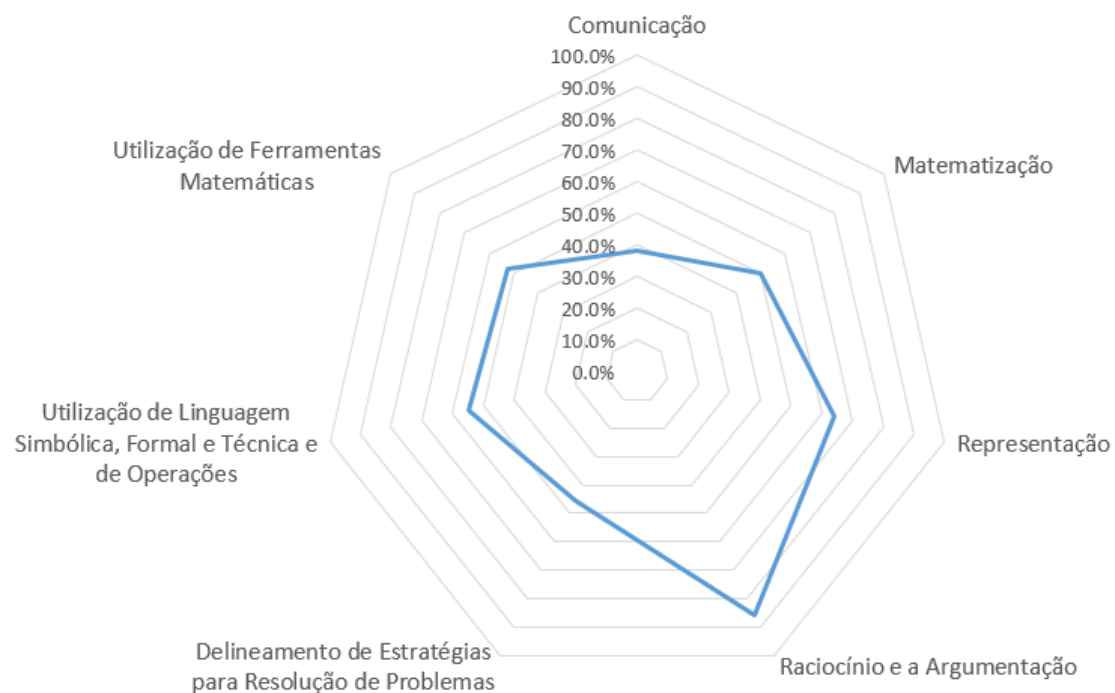


Figura 4.19: Relação do Conceito Análise de Dados.

No próximo Capítulo, será apresentado o banco de questões de matemática desenvolvido neste estudo a partir das estratégias definidas neste mapeamento.

## **Capítulo 5**

# **Banco de Questões de Matemática Associadas ao Pensamento Computacional**

A proposta de criação de uma aplicação contendo um banco de questões de matemática surgiu após os resultados das nossas investigações da relação do PC e esta disciplina. O objetivo desta aplicação é auxiliar no ensino de matemática baseado em resolução de problemas, fornecendo aos professores da educação básica um conjunto de atividades interessantes que estimulam o pensamento sistemático e algorítmico.

Para tanto, desenvolvemos um banco de questões colaborativo, onde os professores da matemática e da computação podem classificar e obter questões aderentes ao PC. A implementação do banco de questões foi dividida em duas etapas. Na primeira, as questões de matemática foram definidas como tarefas na plataforma Contribua e classificadas quanto a sua relação ao PC. Em linhas gerais, a segunda etapa contemplou a implementação da aplicação Web contendo o conjunto de questões classificadas. Nas próximas seções, apresentaremos estas etapas.

## 5.1 Plataforma Contribua

O Contribua <sup>1</sup> é uma plataforma de ciência cidadã baseada em computação humana, (i.e., uma estratégia para extrair dos humanos computação e soluções para problemas, que tem como objetivo disponibilizar um ambiente para construção e realização de tarefas colaborativas) [40]. Essa aplicação foi desenvolvida utilizando o framework Pybossa e o responsável pela sua implementação e manutenção é o Laboratório de Sistemas Distribuídos (LSD) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Por meio do Contribua, os pesquisadores podem desenvolver projetos, bem como motivar voluntários a colaborarem com seus projetos em qualquer parte do mundo.

Ao iniciar uma atividade no Contribua os pesquisadores precisam especificar as características do projeto, que envolve um nome, uma breve descrição, a categoria e por fim, deverá ser definido o tipo de colaboração, que pode ser anônima ou identificada. Além disso, a plataforma disponibiliza várias formas de colaboração, entre elas podemos citar o reconhecimento de padrões de áudio, de vídeos e imagens ou ainda, a geocodificação e transcrição de documentos.

Após especificação do projeto, os pesquisadores podem importar as tarefas colaborativas previamente definidas por meio de um arquivo CSV público ou Google Drive Spreadsheet. Um conjunto de parâmetros padrões, tais como escalonamento, prioridade e redundância são atribuídos para as tarefas importadas. Essas características podem ser alteradas a qualquer momento, inclusive durante a execução do projeto por meio da opção Configuração. A plataforma suporta a inserção de novas tarefas durante a fase de colaboração, assim como, exclusão. A visualização das tarefas pode ser personalizada por meio de um editor HTML e JavaScript disponível na própria aplicação.

Como citado, nós criamos um projeto Contribua a fim de obter a colaboração de voluntários para classificação dos problemas de matemática em relação ao PC. A Figura 5.1 ilustra uma tarefa contribua deste projeto. Nessa tarefa, os voluntários analisaram o problema proposto e identificaram quais conceitos do PC auxiliam na resolução do problema. Para tanto, foi necessário que os voluntários compreendessem o problema e reconhecessem suas características, tais como, objetivo de aprendizagem e habilidades estimuladas, pois o PC atua

---

<sup>1</sup><https://contribua.org/pybossa/>

principalmente sobre tais características.

Contribua

Projetos

Criar

Sobre

## Quais conceitos do Pensamento Computacional você identifica neste problema?

- ☐ Coleta de Dados (Coletar informações relevantes para compreensão e solução do problema, de forma adequada.)
- ☐ Análise de Dados (Dar sentido aos dados, encontrando padrões e tirando conclusões.)
- ☐ Representação de Dados (Representar e organizar os dados em gráficos, tabelas, textos e imagens.)
- ☐ Decomposição de Problemas (Quebrar tarefas em partes gerenciáveis, menores.)
- ☐ Abstração (Reduzir a complexidade para definir a ideia principal.)
- ☐ Algoritmo e Procedimentos (Definir um conjunto de passos ordenados para resolver um problema ou atingir algum fim.)
- ☐ Automação (Usar os computadores ou máquinas para fazer tarefas repetitivas e tediosas.)
- ☐ Paralelização (Organizar recursos para, simultaneamente, realizar tarefas para alcançar um objetivo comum.)
- ☐ Simulação (Representar ou modelar um processo.)
- ☐ Não identifiquei conceitos de PC

Você está trabalhando na tarefa: 62208

Você completou: 0 tarefas de

### FAZENDAS

Você pode ver aqui a fotografia de uma casa de fazenda com o telhado em forma de pirâmide.

Abaixo está o modelo matemático do telhado da casa preparado por um estudante e ao qual foram acrescentadas as medidas.

O chão do sótão, denominado ABCD no modelo, é um quadrado. As vigas que suportam o teto são as laterais do bloco (prisma retangular) EFGHKL MN. E está no meio de AT, F está no meio de BT, G está no meio de CT e H está no meio de DT. Todas as laterais da pirâmide, no modelo, têm o comprimento de 12 m.

#### FAZENDAS – QUESTÃO 2

Calcule o comprimento de EF, uma das laterais horizontais do bloco. Explique sua resposta.

Qual a sua formação?

Qual a sua área de atuação?

LABORATÓRIO DE SISTEMAS DISTRIBUÍDOS

Powered by PYBOSSA

Contribua é uma plataforma de ciência cidadã. Ela une cientistas e voluntários na execução de pesquisas científicas.

Figura 5.1: Tarefa Contribua - Problema de Matemática e Pensamento Computacional

Por fim, a plataforma Contribua disponibiliza um arquivo no formato CSV e/ou JSON contendo as respostas para as tarefas executadas pelos respectivos voluntários. Por meio deste arquivo, obtivemos o conjunto de conceitos do PC relacionados a cada problema. Na Seção 5.2 apresentaremos, os resultados da classificação das questões.

## 5.2 Classificação dos Problemas de Matemática

Com o objetivo de obter um conjunto de problemas de matemática que abordasse a resolução de problemas e portanto, pudessem ser resolvidos utilizando os conceitos e capacidades do PC, foram disponibilizadas para os voluntários do Contribua 20 questões de matemática utilizadas nas avaliações do PISA.

De acordo com os resultados publicados por Mestre et.al. [31], há indícios que as questões de matemática do PISA estão relacionadas ao PC. Sendo assim, a adoção de seus conceitos e habilidades surgem como uma alternativa viável para auxiliar no ensino desta disciplina. Estes resultados, corroboram com as definições disponíveis na literatura que afirmam que o PC é uma estratégia para resolução de problemas em qualquer área do conhecimento e que pode ser adotado desde os primeiros anos da educação básica. [4; 44].

Das 161 questões de matemática disponibilizadas pela OCDE e utilizadas nas avaliações do PISA entre os anos 2000 e 2012, foram selecionadas aleatoriamente 20 questões para compor o conjunto inicial de problemas classificados. Essas questões foram classificadas entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016 e colaboraram com este projeto cerca de 10 voluntários. Apesar deste número ser relativamente pequeno, foi possível obter uma amostra de questões interessantes para alimentar o banco de questões proposto neste trabalho, bem como, extrair informações relevantes acerca da concepção que os voluntários têm acerca do PC. A seguir apresentaremos o perfil dos participantes desta pesquisa.

### 5.2.1 Perfil dos Voluntários

Apesar do projeto Contribua criado para esta pesquisa ser público (disponível via Web), podendo ser acessado por qualquer colaborador, foram convidados cerca de 100 profissionais formados em cursos da área de Computação para compor o rol de classificadores. Esses voluntários foram selecionados considerando a sua formação acadêmica, bem como, área de atuação. Dentre os profissionais convidados, 10 colaboraram com a pesquisa acessando a plataforma contribua e avaliando o conjunto de questões disponibilizadas, ou seja, as 20 questões do PISA selecionadas aleatoriamente. Os demais profissionais (90) não esboçaram interesse em colaborar com a pesquisa. Outro público alvo para esta classificação são

os professores de matemática, que a princípio não participaram da pesquisa devido a dificuldades no acesso a estes professores. Visando obtermos resultados mais significativos, posteriormente convidaremos estes professores para classificarem este grupo de questões.

Considerando a titulação dos 10 profissionais participantes, estes estão distribuídos assim: 4 mestres, 4 graduados e 2 especialistas. Em relação à área de atuação, obtivemos a participação de 8 desenvolvedores de software 1 docente de curso na área de Computação e 1 gerente de projeto de software. A participação destes voluntários proporcionou maior credibilidade para os resultados obtidos, pois trata-se de profissionais que lidam no cotidiano com as definições, conceitos e princípios computacionais. Além disso, tivemos uma visão da compreensão que esses participantes têm acerca do PC. Na Subseção 5.2.2 apresentaremos os resultados coletados.

### 5.2.2 Resultados Obtidos

Como mencionado, as questões de matemática foram definidas como tarefas na plataforma Contribua e os voluntários avaliaram se os conceitos do PC podiam auxiliar na resolução desses problemas. Dado a lista dos 9 conceitos do PC, os voluntários elencaram para cada questão, os conceitos que eles consideraram relevantes. Para viabilizar a análise dos dados e minimizar as disparidades na classificação das questões consideramos que uma questão aborda um conceito do PC quando a maioria dos participantes marcaram este conceito como relevante.

Analisamos os resultados da classificação das questões e observamos que a relação do PC e estas questões está concentrada em torno dos conceitos Coleta de Dados, Análise de Dados, Decomposição de Problemas e Abstração. Para fins didáticos, a Tabela 5.1 apresenta os resultados das 10 primeiras questões classificadas na plataforma Contribua. Este resultado ressalta a sinergia entres estes conceitos e os matemáticos, sendo portanto, o PC uma influência positiva no ensino da matemática.

Muitas vantagens podem ser obtidas, quando os alunos são estimulados pelo PC precocemente, entre elas podemos citar: estímulo à criatividade, desenvolvimento do pensamento sistemático e algorítmico e, encorajamento para cursos da área de Exatas, tais como Ciência da Computação e Engenharias.

Observando os resultados sobre outra perspectiva, analisamos se a formação acadêmica



Tabela 5.1: Resultado da Classificação dos Problemas de Matemática na Plataforma Contribua

Questões	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
<b>Q1</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	<b>X</b>	-	-	-	-
<b>Q2</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Q3</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Q4</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	-	-
<b>Q5</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	-	-
<b>Q6</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>	-	-	-	-	-
<b>Q7</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	-	-
<b>Q8</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	-
<b>Q9</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	-	<b>X</b>
<b>Q10</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	-	<b>X</b>	<b>X</b>	-	-	-	-

PC1 - Coleta de Dados, PC2 - Análise de Dados, PC3 - Representação de Dados, PC4 - Decomposição de Problemas, PC5 - Abstração, PC6 - Algoritmos e Procedimentos, PC7 - Automação, PC8 - Paralelização e PC9 - Simulação

dos profissionais da Computação impactam na sua percepção acerca da aplicação do PC em disciplinas da educação formal como a Matemática. A Tabela 5.2 apresenta a classificação das 10 primeiras questões classificadas, distribuída pela titulação dos voluntários <sup>2</sup>. Note que, esta classificação, ocorreu de forma concisa e que os quatros conceitos do PC descritos acima (Coleta de Dados, Análise de Dados, Decomposição de Problemas e Abstração) são facilmente identificados nas questões avaliadas. Assim, fica evidente que a titulação dos profissionais não impactou de forma significativa na visão dos profissionais acerca do PC.

<sup>2</sup>Os resultados apresentados nas tabelas 5.1 e 5.2 utilizam o mesmo conjunto de questões, ou seja, as 10 primeiras questões classificadas pelos voluntários no Contribua.

Tabela 5.2: Resultado da Classificação dos Problemas de Matemática na Plataforma Contribua Distribuído pela Titulação dos Profissionais

Questões	Profissionais	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
Q1	Graduados	X	-	-	-	-	-	-	-	-
	Especialistas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mestres	X	X	-	-	X	-	-	-	-
Q2	Graduados	X	X	-	X	X	-	-	-	-
	Especialistas	X	X	-	-	-	-	X	-	-
	Mestres	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Q3	Graduados	X	X	X	-	-	X	-	-	-
	Especialistas	X	X	X	X	-	-	-	-	-
	Mestres	X	X	X	X	X	-	-	-	-
Q4	Graduados	X	X	-	-	X	X	-	-	-
	Especialistas	X	X	-	X	X	X	-	-	-
	Mestres	X	X	X	X	X	-	-	-	-
Q5	Graduados	X	X	-	-	X	-	-	-	X
	Especialistas	X	X	X	X	X	X	X	-	-
	Mestres	X	X	X	X	X	-	-	-	-
Q6	Graduados	-	-	-	-	-	X	-	-	-
	Especialistas	X	X	-	X	-	X	-	-	-
	Mestres	X	X	X	X	X	-	-	-	-
Q7	Graduados	X	X	-	X	X	-	-	-	-
	Especialistas	X	X	X	-	X	-	-	-	X
	Mestres	X	X	X	X	X	X	-	-	-
Q8	Graduados	X	X	-	-	-	X	-	-	-
	Especialistas	X	X	-	X	X	X	-	-	-
	Mestres	X	X	X	X	X	X	-	-	X
Q9	Graduados	X	X	-	-	X	X	-	-	X
	Especialistas	X	X	-	X	-	-	-	X	X
	Mestres	X	X	X	X	X	X	-	-	X
Q10	Graduados	X	X	-	X	X	-	-	-	X
	Especialistas	X	X	X	-	-	-	-	-	-
	Mestres	X	X	X	X	X	-	-	-	X

PC1 - Coleta de Dados, PC2 - Análise de Dados, PC3 - Representação de Dados, PC4 - Decomposição de Problemas, PC5 - Abstração, PC6 - Algoritmos e Procedimentos, PC7 - Automação, PC8 - Paralelização e PC9 - Simulação

## 5.3 Aplicação com Problemas de Matemática alinhados ao Pensamento Computacional

A aplicação desenvolvida para exibir os problemas de matemática classificados na plataforma Contribua disponibiliza uma interface Web onde o usuário pode consultar as questões que estão relacionadas ao PC. Na Subseção 5.3.1 estão descritos os casos de uso e as funcionalidades desta aplicação.

### 5.3.1 Casos de Uso e Funcionalidades

Conforme ilustrado na Figura 5.2, os principais casos de uso estão descritos como se segue:



Figura 5.2: Diagrama de Casos de Uso

- Inicialmente, o administrador do sistema cadastra e configura os problemas de matemática conforme a classificação realizada na plataforma Contribua.
- O usuário consulta os problemas de matemática e verifica quais conceitos de PC estão sendo abordados no problema.
- O usuário pode exportar os problemas pesquisados para um arquivo no formato pdf.

A aplicação disponibiliza 3 funcionalidades principais que estão descritas a seguir:

### **Cadastro de Questões**

Realizado por meio da importação dos problemas classificados na plataforma Contribua. No cadastro são definidos os conceitos do PC que estão relacionados a esta questão. A Figura 5.3 ilustra essa funcionalidade.

Figura 5.3: Cadastros dos Problemas Matemáticos e Conceitos do PC

### **Consulta aos Problemas Classificados**

Pesquisa e visualização dos problemas de matemática classificados. Essa funcionalidade disponibiliza um filtro para que o usuário possa obter de forma rápida e prática a atividade que atenda as suas expectativas. Um exemplo desta funcionalidade está descrito na Figura 5.4.

### **Exportação das Questões**

Após a seleção das questões desejadas os usuários poderão exportá-las para um arquivo no formato .pdf, a fim de utilizá-las em suas práticas em sala de aula.

Na Subseção 5.3.2 está descrita a arquitetura utilizada para o desenvolvimento da aplicação.

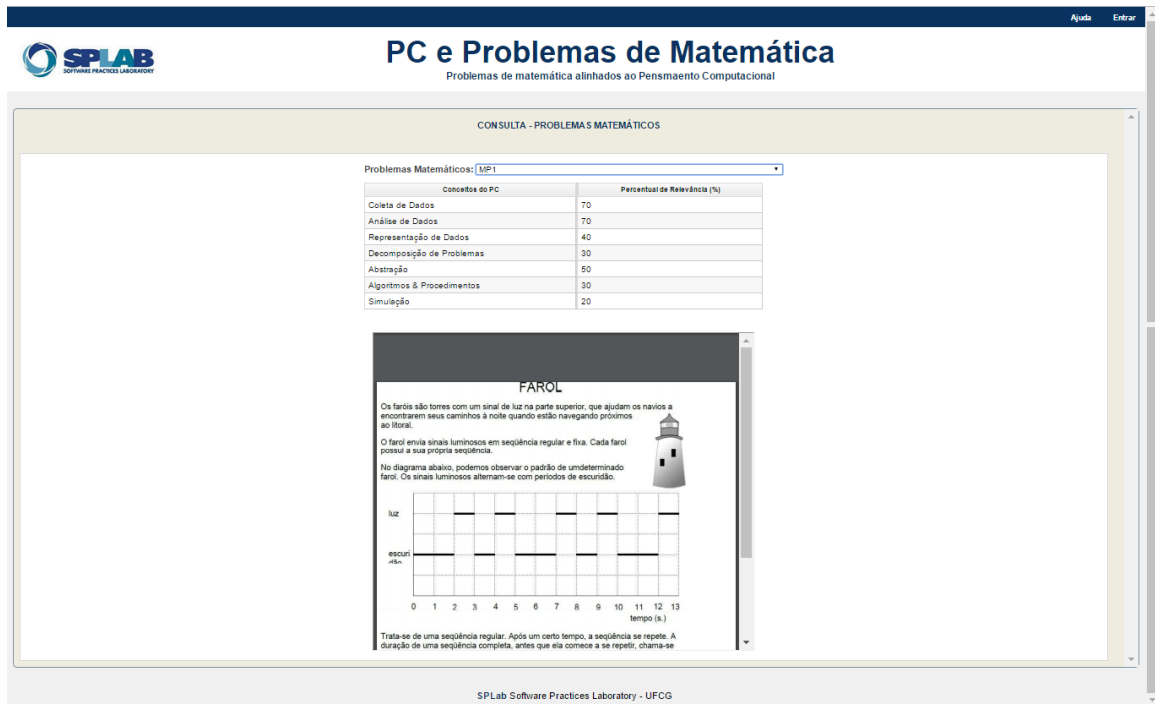


Figura 5.4: Consulta - Problemas Matemáticos

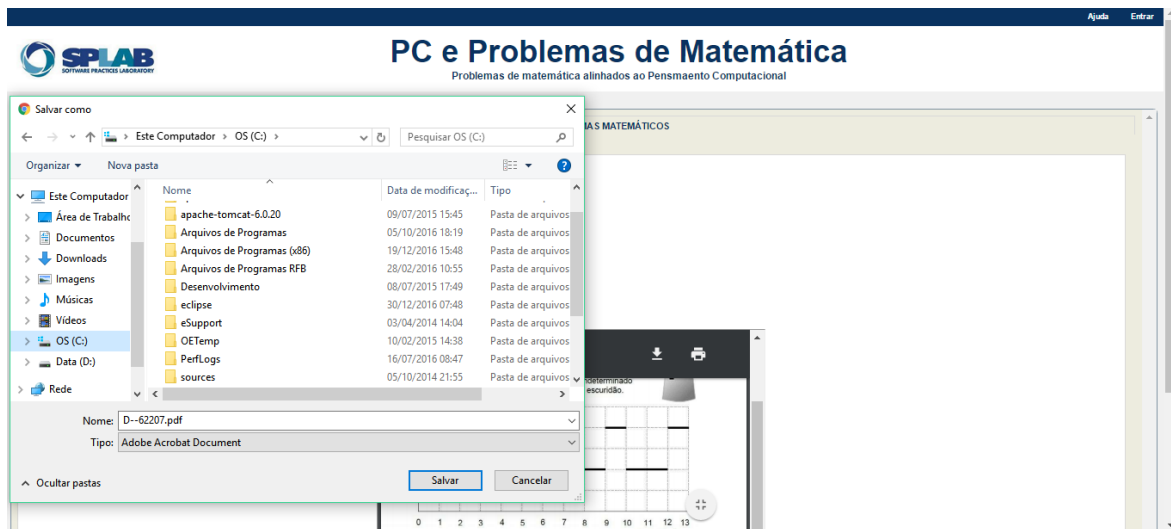


Figura 5.5: Exportar questões classificadas

### 5.3.2 Projeto Arquitetural

Para prover o conjunto de funcionalidades citadas, a aplicação foi arquitetada como mostrado na Figura 5.6. A aplicação foi desenvolvida utilizando uma plataforma cliente-servidor e a linguagem de programação utilizada foi predominantemente Java.

Por se tratar de uma ferramenta acessível pela Web, a interface com o usuário foi de-

envolvida com o uso de Java Server Faces (JSF). A lógica de negócio foi desenvolvida em Java e para persistência dos dados utilizamos o framework Hibernate em um SGBD MySQL. Essa lógica de negócio é utilizada para disponibilizar aos usuários o conjunto de questões classificadas na plataforma Contribua, assim como, viabilizar a exportação dessas questões de modo que os usuários possam adquirir atividades interessantes para exercitar e avaliar os alunos quanto a sua capacidade de resolução de problemas matemáticos.

As requisições dos clientes são tratadas pelo módulo da lógica de negócio hospedado em um servidor de aplicação Apache Tomcat (i.e., um container Web de código-fonte aberto baseado em Java que foi criado para executar aplicações Web que utilizam tecnologias Servlets e JSP).

Figura 5.6: Projeto Arquitetural

## 5.4 Considerações Finais

Visando disponibilizar para os docentes da educação básica um conjunto de atividades de matemática que estimule o PC e aprimore a capacidade de resolução de problemas de seus alunos, criamos um banco de questões de matemática que estão relacionadas com o PC.

Para tanto, dividimos o desenvolvimento deste banco de questões em duas etapas, criação de um projeto na plataforma Contribua e desenvolvimento de uma aplicação Web com o conjunto de questões classificadas.

Assim, buscamos contribuir com as práticas em sala de aula dos docentes de matemática da educação básica brasileira, disponibilizando um conjunto de atividades interessantes que

exercita a capacidade de resolução de problemas dos alunos.

O próximo Capítulo trará algumas considerações acerca da pesquisa apresentada nesta dissertação, assim como, os desafios encontrados no desenvolvimento deste trabalho que limitaram as nossas contribuições.

## Capítulo 6

### Conclusões e Trabalhos Futuros

Concluímos este trabalho reiterando a relevância da aplicação do PC na educação básica brasileira colaborando para o aprimoramento das habilidades em resolução de problemas e assim, possibilitando um melhor desempenho dos alunos em disciplinas como a matemática. Vimos que, apesar dos estudos recentes, a adoção do PC em disciplinas da educação formal ainda encontra muitos desafios. No contexto atual, observamos na literatura trabalhos que apontam caminhos por meio de sugestões pedagógicas e projetos para formação de professores, no entanto, estes trabalhos apresentam dados preliminares carecendo de investigações mais aprofundadas acerca dos resultados apresentados.

Assim, objetivando contribuir para a adoção do PC na educação básica, este trabalho apresentou estratégias para resolução de problemas matemáticos por meio de um material instrucional construído a partir de um mapeamento entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e o PC. Além disso, promover a disseminação de problemas matemáticos que abordem os conceitos do PC, disponibilizando um banco de questões contendo atividades interessantes que podem ser usadas em sala de aula.

A validação do mapeamento ocorreu por meio do julgamento de especialistas em Ciência da Computação que avaliaram se as capacidades da matemática se relacionam com os conceitos do PC. O resultado desta validação contribuiu de forma significativa para respondermos a nossa questão de pesquisa que foi centrada na verificação desta relação.

De acordo com os resultados apresentados nesta dissertação, podemos responder a nossa questão de pesquisa afirmando que existem fortes indícios que há relação entre a Matemática e o PC. Assim, acreditamos que a adoção das estratégias apresentadas no mapeamento



proposto podem colaborar para a melhoria de desempenho dos alunos na resolução de problemas matemáticos.

## 6.1 Limitações

A aplicação do PC na educação básica em disciplinas como a matemática é amplamente recomendada nos estudos disponíveis na literatura. A pesquisa apresentada nesta dissertação corrobora com tal afirmação e aponta caminhos para a efetiva aplicação do PC na resolução de problemas matemáticos. As estratégias ora apresentadas, foram compiladas em forma de material instrucional o qual foi validado por especialistas em Ciência da Computação visando obtermos maior confiabilidade do material fornecido. No entanto, este trabalho apresenta algumas limitações entre as quais podemos citar:

- **A ausência de validação do mapeamento por docentes da área de matemática:** esta validação contribuirá para consolidação do trabalho realizado, incorporando a visão do docente de matemática acerca da perspectiva computacional. Além disso, evidenciar as dificuldades na integração dos dois contextos, a fim de propormos estratégias para minimizá-las.
- **Treinamento dos profissionais da computação acerca da utilização do PC em disciplinas como a matemática:** com isso esperamos atenuar as discrepâncias acerca da avaliação da relação da matemática e o PC.
- **Ampliação e diversificação do conjunto de questões classificadas:** visando aumentar a abrangência dos resultados alcançados obtendo uma maior generalidade da pesquisa, sugerimos a classificação de um conjunto maior de questões e que neste conjunto contenha questões de avaliações de referência do cenário nacional.

A fim de minimizar as limitações apresentadas, na Seção 6.2 recomendamos os seguintes trabalhos futuros.

## 6.2 Trabalhos Futuros

Em continuidade à pesquisa apresentada, sugerimos a aplicação das estratégias de resolução de problemas em outros conjuntos de questões, tais como ENEM, Prova Brasil e Olimpíada de Matemática, a fim de verificarmos se o PC pode ser aplicado a qualquer problema matemático baseado em resolução de problema. Além disso, investigar os efeitos das estratégias propostas neste trabalho no tocante à melhoria do desempenho dos alunos na disciplina de matemática.

Em relação à validação do mapeamento proposto, um trabalho a ser realizado é submetê-lo à avaliação de docentes da matemática e assim, compreender a visão destes profissionais aumentando a credibilidade do estudo apresentado nesta dissertação.

Outro possível estudo é analisar se o PC contribui efetivamente para as outras áreas do conhecimento da educação básica, verificando a relação do PC com disciplinas como Ciências, História e Linguagem.

Um trabalho interessante que poderá ser realizado é a ampliação das estratégias apresentadas neste estudo para uma proposta de conteúdo pedagógico que auxilie não só na avaliação dos alunos, mas no ensino/aprendizagem da disciplina de matemática por meio da utilização do PC.

Por fim, sugerimos a expansão da aplicação desenvolvida através da integração do PC e Problemas de Matemática com a plataforma Contribua. Essa integração proporcionará um ambiente mais cooperativo, sendo possível obter questões classificadas em tempo real, bem como, disponibilizando em um só ambiente acesso ao contribua e as questões classificadas.

## Referências Bibliográficas

- [1] Daiane Andrade, Tainã Carvalho, Jayne Silveira, Simone Cavalheiro, Luciana Foss, Ana Marilza Fleischmann, Marilton Aguiar, and Renata Reiser. Proposta de atividades para o desenvolvimento do pensamento computacional no ensino fundamental. In *Anais do WIE*, volume 1, 2013.
- [2] T Barcelos and Ismar Frango Silveira. Pensamento computacional e educação matemática: Relações para o ensino de computação na educação básica. In *XX Workshop sobre Educação em Computação, Curitiba. Anais do XXXII CSBC*, 2012.
- [3] Thiago Barcelos, Roberto Muñoz, Rodolfo Villarroel Acevedo, and Ismar Frango Silveira. Relações entre o pensamento computacional e a matemática: uma revisão sistemática da literatura. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1369, 2015.
- [4] Valerie Barr and Chris Stephenson. Bringing computational thinking to k-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1):48–54, 2011.
- [5] Tim Bell, Jason Alexander, Isaac Freeman, and Mick Grimley. Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1):20–29, 2009.
- [6] Acey Kreisler Boyce, Antoine Campbell, Shaun Pickford, Dustin Culler, and Tiffany Barnes. Experimental evaluation of beadloom game: How adding game elements to an educational tool improves motivation and learning. In *Proceedings of the 16th Annual Joint Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE '11*, pages 243–247, New York, NY, USA, 2011. ACM.

- [7] Karen Brennan and Mitchel Resnick. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada*. Citeseer, 2012.
- [8] Michael E Caspersen and Palle Nowack. Computational thinking and practice? a generic approach to computing in danish high schools. In *Proceedings of the 15th Australasian Computing Education Conference, ACE*, pages 137–143, 2013.
- [9] Bob Coulter, Missouri Botanical Garden, and Fred Martin. Computational thinking for youth.
- [10] Computer Science Teachers Association (CSTA) and the International Society for Technology in Education (ISTE). Computational thinking teacher resources.
- [11] Paul Curzon. cs4fn and computational thinking unplugged. In *Proceedings of the 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, pages 47–50. ACM, 2013.
- [12] Paul Curzon, Peter W McOwan, Nicola Plant, and Laura R Meagher. Introducing teachers to computational thinking using unplugged storytelling. In *Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, pages 89–92. ACM, 2014.
- [13] Shaundra B. Daily, Alison E. Leonard, Sophie Jörg, Sabarish Babu, and Kara Gundersen. Dancing alice: Exploring embodied pedagogical strategies for learning computational thinking. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE '14*, pages 91–96, New York, NY, USA, 2014. ACM.
- [14] Shaundra B Daily, Alison E Leonard, Sophie Jörg, Sabarish Babu, and Kara Gundersen. Dancing alice: exploring embodied pedagogical strategies for learning computational thinking. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education*, pages 91–96. ACM, 2014.
- [15] Márcio Luiz Bunte de Carvalho, Luiz Chaimowicz, and Mirella M Moro. Pensamento computacional no ensino médio mineiro. In *Workshop de Educação em Computação, Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, 2013.

- [16] Rozelma Soares de França and Haroldo José Costa do Amaral. Proposta metodológica de ensino e avaliação para o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do scratch. In *Anais do WIE*, volume 1, 2013.
- [17] Clarisse S de Souza, Luciana C Salgado, Carla F Leitão, and Martha M Serra. Cultural appropriation of computational thinking acquisition research: seeding fields of diversity. In *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education*, pages 117–122. ACM, 2014.
- [18] Clarisse S de Souza, Luciana C Salgado, Carla F Leitão, and Martha M Serra. Cultural appropriation of computational thinking acquisition research: seeding fields of diversity. In *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education*, pages 117–122. ACM, 2014.
- [19] Peter J Denning. The profession of it beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6):28–30, 2009.
- [20] Charles Dierbach, Harry Hochheiser, Samuel Collins, Gerald Jerome, Christopher Ariza, Tina Kelleher, William Kleinsasser, Josh Dehlinger, and Siddharth Kaza. A model for piloting pathways for computational thinking in a general education curriculum. In *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education*, pages 257–262. ACM, 2011.
- [21] Adelito Farias, Wilkerson Andrade, and Rayana Alencar. Pensamento computacional em sala de aula: Desafios, possibilidades e a formação docente. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1226, 2015.
- [22] Rozelma França and Patrícia Tedesco. Desafios e oportunidades ao ensino do pensamento computacional na educação básica no brasil. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1464, 2015.
- [23] Alberto Gaspar. A educação formal e a educação informal em ciências. *Massarani L., Moreira IC, Brito F. orgs*, pages 171–183, 2002.
- [24] T Gomes and J Melo. O pensamento computacional no ensino médio: Uma abordagem

- blended-learning. In *Anais do XXI Workshop sobre Educação em Computação—XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*. Maceió, AL–Brasil, 2013.
- [25] Lindsey Ann Gouws, Karen Bradshaw, and Peter Wentworth. Computational thinking in educational activities: an evaluation of the educational game light-bot. In *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 10–15. ACM, 2013.
- [26] Susanne Hambruch, Christoph Hoffmann, John T Korb, Mark Haugan, and Antony L Hosking. A multidisciplinary approach towards computational thinking for science majors. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(1):183–187, 2009.
- [27] David Hemmendinger. A plea for modesty. *Acm Inroads*, 1(2):4–7, 2010.
- [28] Janet T Jenkins, James A Jerkins, and Cynthia L Stenger. A plan for immediate immersion of computational thinking into the high school math classroom through a partnership with the alabama math, science, and technology initiative. In *Proceedings of the 50th Annual Southeast Regional Conference*, pages 148–152. ACM, 2012.
- [29] Jaime L’Heureux, Deborah Boisvert, Robert Cohen, and Kamaljeet Sanghera. It problem solving: an implementation of computational thinking in information technology. In *Proceedings of the 13th annual conference on Information technology education*, pages 183–188. ACM, 2012.
- [30] Andrew Maxwell, Roderick Fogarty, Peter Gibbings, Karen Noble, Alexander A Kist, and Warren Midgley. Robot ral-ly international-promoting stem in elementary school across international boundaries using remote access technology. In *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2013 10th International Conference on*, pages 1–5. IEEE, 2013.
- [31] Palloma Mestre, Wilkerson Andrade, Dalton Guerrero, Livia Sampaio, Rivanilson da Silva Rodrigues, and Erick Costa. Pensamento computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do pisa. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1281, 2015.

- [32] INTRODUÇÃO AOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. *Brasília: MEC-Secretaria de Educação Fundamental*, 1998.
- [33] Mogens Niss. Mathematical competencies and the learning of mathematics: The danish kom project. In *3rd Mediterranean conference on mathematical education*, pages 115–124, 2003.
- [34] OCDE. Programa da ocde para avaliação internacional de alunos ? pisa. itens liberados matemática.
- [35] OCDE. Programa da ocde para avaliação internacional de alunos ? pisa. itens liberados matemática - 2012.
- [36] OCDE. Strong performers and successful reformers in education lessons from pisa 2012 for the united states, 2013.
- [37] OCDE. Brasil no pisa 2015. análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros, 2016.
- [38] Ana Paula de Matos Oliveira. A prova brasil como política de regulação da rede pública do distrito federal. 2011.
- [39] Ljubomir Perković, Amber Settle, Sungsoon Hwang, and Joshua Jones. A framework for computational thinking across the curriculum. In *Proceedings of the fifteenth annual conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 123–127. ACM, 2010.
- [40] Maria Clara Tenório Pestana. Utilizaç ao de computaç ao humana para mapear oligarquias politicas no brasil.
- [41] Dilermando Piva Jr and Ricardo L Freitas. Estratégias para melhorar os processos de abstração na disciplina de algoritmos. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 1, 2010.
- [42] George Polya. A arte de resolver problemas. *Rio de Janeiro: interciência*, 2, 1978.

- [43] Sarah Monisha Pulimood, Kim Pearson, and Diane C. Bates. A study on the impact of multidisciplinary collaboration on computational thinking. In *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education, SIGCSE '16*, pages 30–35, New York, NY, USA, 2016. ACM.
- [44] Mitchel Resnick. All i really need to know (about creative thinking) i learned (by studying how children learn) in kindergarten. In *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition*, pages 1–6. ACM, 2007.
- [45] Mitchel Resnick. All i really need to know (about creative thinking) i learned (by studying how children learn) in kindergarten. In *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition, C&C '07*, pages 1–6, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [46] Douglas Rushkoff. *Program or be programmed: Ten commands for a digital age*. Or Books, 2010.
- [47] Pasqueline Dantas Scaico, Mychelline Souto Henrique, Felipe Oliveira Miranda Cunha, and Yugo Manguiera de Alencar. Um relato de experiências de estagiários da licenciatura em computação com o ensino de computação para crianças. *RENOTE*, 10(3), 2012.
- [48] Rivka Taub, Michal Armoni, and Mordechai Ben-Ari. Cs unplugged and middle-school students? views, attitudes, and intentions regarding cs. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 12(2):8, 2012.
- [49] Michele Van Dyne and Jeffrey Braun. Effectiveness of a computational thinking (cs0) course on student analytical skills. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education*, pages 133–138. ACM, 2014.
- [50] Christiane Gresse von Wangenheim, Vinícius Rodrigues Nunes, and Giovane Daniel dos Santos. Ensino de computação com scratch no ensino fundamental—um estudo de caso. *RBIE*, 22(03):115, 2014.
- [51] James W Wilson, Maria L Fernandez, and Nelda Hadaway. Mathematical problem



- solving. *Research ideas for the classroom: High school mathematics*, pages 57–78, 1993.
- [52] Jeannette M Wing. Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35, 2006.
- [53] Aman Yadav, Chris Mayfield, Ninger Zhou, Susanne Hambruch, and John T Korb. Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1):5, 2014.
- [54] Aman Yadav, Ninger Zhou, Chris Mayfield, Susanne Hambruch, and John T Korb. Introducing computational thinking in education courses. In *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education*, pages 465–470. ACM, 2011.
- [55] Kristina Yevseyeva and Massood Towhidnejad. Work in progress: Teaching computational thinking in middle and high school. In *Frontiers in Education Conference (FIE), 2012*, pages 1–2. IEEE, 2012.

## **Apêndice A**

# **Questionário de Avaliação da Relacionamento entre o Pensamento Computacional e a Matemática**

Neste apêndice apresentamos o questionário utilizado para avaliação da relação entre o PC e a matemática. Este questionário foi estruturado em três etapas que foram definidas como: (i) definições das Capacidades Fundamentais da Matemática, (ii) avaliação da relação entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e os Conceitos do PC e (iii) a coleta do perfil dos avaliadores. Nas próximas seções iremos apresentar cada etapa.

### **A.1 Definição das Capacidades Fundamentais da Matemática**

Inicialmente elencamos e descrevemos brevemente as Capacidades Fundamentais da Matemática definidas no nível de letramento em matemática do PISA. Assim, fornecemos aos avaliadores uma noção geral das habilidades que são requeridas dos alunos ao término do ensino fundamental. A Figura A.1 ilustra esta etapa.

Figura A.1: Questionário - Etapa de Definição das Capacidades Fundamentais da Matemática

## **A.2 Avaliação da Relação entre as Capacidades Fundamentais da Matemática e o Pensamento Computacional**

A segunda etapa foi constituída da avaliação da relação entre Capacidades Fundamentais da Matemática apresentadas na seção anterior e os conceitos do PC. Para tanto, disponibilizamos nove questões objetivas onde o enunciado da questão apresenta o conceito do PC e uma definição sucinta da aplicação deste conceito no contexto da matemática e as alternativas são as capacidades da matemática apresentadas na seção anterior. A seguir transcreveremos

estas questões.

### **Coleta de Dados**

Coletar informações relevantes para compreensão e solução do problema, de forma adequada.

- 1) Comunicação
- 2) "Matematização"
- 3) Representação
- 4) Raciocínio e Argumentação
- 5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas
- 6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações
- 7) Utilização de Ferramentas Matemáticas

### **Análise de Dados**

Dar sentido aos dados, encontrando padrões e tirando conclusões.

- 1) Comunicação
- 2) "Matematização"
- 3) Representação
- 4) Raciocínio e Argumentação
- 5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas
- 6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações
- 7) Utilização de Ferramentas Matemáticas

### **Representação de Dados**

Representar e organizar os dados em gráficos, tabelas, textos e imagens.

- 1) Comunicação
- 2) "Matematização"
- 3) Representação
- 4) Raciocínio e Argumentação
- 5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas

6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações

7) Utilização de Ferramentas Matemáticas

### **Decomposição de Problemas**

Quebrar tarefas em partes gerenciáveis, menores.

1) Comunicação

2) "Matematização"

3) Representação

4) Raciocínio e Argumentação

5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas

6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações

7) Utilização de Ferramentas Matemáticas

### **Abstração**

Reduzir a complexidade para definir a ideia principal.

1) Comunicação

2) "Matematização"

3) Representação

4) Raciocínio e Argumentação

5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas

6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações

7) Utilização de Ferramentas Matemáticas

### **Algoritmo e Procedimentos**

Definir um conjunto de passos ordenados para resolver um problema ou atingir algum fim.

1) Comunicação

2) "Matematização"

3) Representação

4) Raciocínio e Argumentação

5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas

6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações

7) Utilização de Ferramentas Matemáticas

### **Automação**

Usar os computadores ou máquinas para fazer tarefas repetitivas e tediosas.

1) Comunicação

2) "Matematização"

3) Representação

4) Raciocínio e Argumentação

5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas

6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações

7) Utilização de Ferramentas Matemáticas

### **Paralelização**

Organizar recursos para, simultaneamente, realizar tarefas para alcançar um objetivo comum.

1) Comunicação

2) "Matematização"

3) Representação

4) Raciocínio e Argumentação

5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas

6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações

7) Utilização de Ferramentas Matemáticas

### **Simulação**

Representar ou modelar um processo.

1) Comunicação

2) "Matematização"

3) Representação

4) Raciocínio e Argumentação

5) Delineamento de Estratégias para Resolução de Problemas

- 6) Utilização de Linguagem Simbólica, Formal e Técnica e de Operações
- 7) Utilização de Ferramentas Matemáticas

### **A.3 Coleta do Perfil dos Avaliadores**

Por fim, coletamos o perfil dos avaliadores visando analisar se a formação do avaliador influencia na sua percepção acerca da aplicação do PC em disciplinas da educação formal como a matemática. A Figura A.2 exibe esta parte do questionário.

Figura A.2: Questionário - Etapa de Coleta do Perfil dos Avaliadores